

JOHN G. KEMENY

AZ
EMBER
ÉS A
SZÁMÍTÓ-
GÉP

GONDOLAT

JOHN G. KEMENY

AZ EMBER ÉS
A SZÁMÍTÓGÉP

Gondolat · Budapest 1978

A mű eredeti címe: MAN AND THE COMPUTER

Fordította: FREUD RÓBERT

A fordítást átnézte: TARJÁN REZSŐNÉ

ISBN 963 280 657 3

© John G. Kemeny, 1972.

© Hungarian translation Freud Róbert, 1978.

Tartalom

Előszó	7
Első rész	
AZ ÚJ ÉLETKÖZÖSSÉG	11
1. Új faj születik	13
2. Amit a két faj egymásnak nyújt	27
3. Időosztás	35
4. Munkamegosztás	60
5. Segítőtárs vagy elősködő?	71
Második rész	
AZ ÉLETKÖZÖSSÉG FEJLŐDÉSE	79
6. Pillantás a jövőbe	81
7. Számítógépek az oktatásban	92
8. A jövő könyvtára	106
9. Számítógépek a vezetésben	122
10. Számítógépek a lakásban	137
11. A társadalmi problémák megoldásának szolgál- tában	154

Előszó

Nagyon örültem, amikor a New York-i Amerikai Természettudományi Múzeum 1971 őszén felkért, hogy „Az ember és a természet” címmel tartsak előadásokat. Így lehetőségem nyílt arra, hogy rendezzem a számítógépek eddigi és jövőbeli kihatásaival kapcsolatban az évek során összegyűlt számos gondolatomat. Annak ellenére, hogy az utóbbi időben sok könyv jelent meg a nagysebességű számítógépekről, meggyőződésem, hogy az átlagos intelligenciájú ember vajmi keveset tud a komputerek igazi mivoltáról, lehetőségeikről és korlátaikról.

Nem akartam enciklopedikus áttekintést adni a modern számítógépekről, hiszen az ilyen jellegű írások általában nagyon unalmasak. A számítógépek fejlődésének végleges történelmét túl korai lenne még megírni, ezért csupán személyes véleményemet mondom el arról, mi történt a modern számítógépek megjelenésének első huszonöt esztendejében. Ezután kritikailag értékelem a számítógéptudomány és a különböző alkalmazások jelenlegi helyzetét. Végül megvizsgálom, mi várható a következő húsz évben, és bemutatom a komputernek néhány olyan izgalmas, új felhasználását is, amelyeket legtöbbször még megérünk,

A könyvön végigfut egy közös vezérvonal. Véleményem szerint az általános felhasználású nagysebességű számítógépek eredeti fejlődése mellett a legfontosabb esemény az ember és a gép kölcsönhatásának a megjelenése volt. Úgy érzem, hogy a jövőben a komputerek igazi jelentősége éppen az ember és a gép közötti együttműködésen alapul majd. Ennek a tudománynak még csak a kezdeit láttuk, és így a jövőjére vonatkozó minden becslés csupán spekuláció. Nyomon követem a „saját szakállukra működő” számítógéprendszerekkel szemben megnyilvánuló kritikát és bizalmatlanságot, és személyes tapasztalatból tudom, hogy a gépekkel társként dolgozó felhasználók teljesen megváltoztatják álláspontjukat. Következésképpen úgy látom, hogy a jövőben a legfontosabb alkalmazások az ember és a gép összmunkáján alapuló rendszerek területén lesznek.

Mivel az előadásokat az Amerikai Természettudományi Múzeumban tartottam, nem tudtam ellenállni a kísértésnek, és ezt a társas viszonyt „szimbiózisnak, életközösségnek” neveztem. Amikor először használtam ezt az elnevezést, az irodalomban még nem találkoztam a szónak ilyen értelmű jelentésével. Azóta több ilyen utalást is láttam, például Harold Sackman *Computers, System Science and Evolving Society* (Számítógépek, rendszerszervezés és társadalmi fejlődés) c. könyvében. Így, bár sajnálom, hogy ezt a szóhasználatot nem én találtam ki, örülök annak, hogy mások is úgy érzik: ez a biológiából kölcsönzött szó jól írja le az ember és a gép kölcsönhatásának igazi jellegét.

Ez a könyv az Amerikai Természettudományi Múzeumban tartott előadásaimnak kibővített változata. Hálás vagyok

a Kiadónak, hogy az anyagot olyan formában kérte tőlem, amely a nem szakember olvasók számára is érthető.

Köszönettel tartozom Alexander Fanellinek, Stephen Garlandnak, Jennifer Kemenynek és John McGeachienek, akik a könyvet még kézirat formájában olvasták. Ugyancsak köszönetet mondok Edward Lathemnek a 8. fejezethez fűzött megjegyzéseiért és Mrs. Bonnie Clarknak a kézirat gépeléséért.

ELSŐ RÉSZ

Az új életközösség

1. Új faj születik*

H. G. Wells és Julian Huxley *Az élet tudománya* c. könyvükben a szimbiózist úgy definiálják, mint „két különböző fajtájú szervezet szoros együttélését, amely mindkettőjük javára szolgál”. A lenyűgöző példák egész sorát mutatják be: a zuzmókat, amelyekben gombák és algák „szövetkeznek”, különböző növényfajtákat, amelyek baktériumokkal állnak szimbiotikus kapcsolatban, a termeszek és a flagelláták (ostoros egysejtűek), a remeterák és a tengeri rózsza közösségeit, valamint néhány kevésbé szoros kap-

* Első olvasásra talán kissé szokatlanul hat, hogy John G. Kemeny a biológiai rendszerek alapegységét, a faj fogalmát a számítógépekre alkalmazza. A könyv alapjául szolgáló előadás a New York-i Amerikai Természettudományi Múzeumban hangzott el. Valószínűleg a hely szeleme sugallta a szerzőnek ezt a szóhasználatot, aki úgy érezte, a biológiából kölcsönzött kifejezéssel talán érzékletesebben tudja megmutatni, hogy a modern számítógépek képesek gondolkodni, emlékezni és a külvilággal érintkezni. Ugyanakkor nyilvánvaló, hogy a számítógépek — a szerző felsorolta ismérvek mellett vagy azok ellenére — sem tekinthetők biológiai szervezetnek, amelyek számára a „faj” kifejezést lefoglalta a tudomány. A számítógép, mint új faj (species) kifejezést egyébként a továbbiakban maga a szerző is inkább képletesen használja.

(A Kiadó)

csolatot egyes állatfajok között. A szimbiózis fontos szerepet játszott az evolúcióban, sőt a *Scientific American* egy 1971-es cikke lehetségesnek tartja, hogy egyenesen döntő tényezőként hatott.*

Ez a könyv arról szól, hogy az ember az utóbbi évtizedekben egy fontos szimbiótával társult. Az ember új partnere a nagysebességű számítógép. Szeretném részletesen megvizsgálni az ember és a komputer jelenlegi kapcsolatát, majd egy kicsit eltöprengeni, milyen szerepet játszhat ez a szimbiózis a két faj fejlődésében.

Az emberiség történelmét jól ismerjük. Szimbiotikus társáét közel sem annyira. Ezért először röviden ennek az „új fajnak” a megjelenésével foglalkozom.

Rövid történeti áttekintés

A modern komputerek annyira újak, hogy még senki sem írta meg a történelmüket. Erre ezúttal én sem vállalkozom. Ehelyett személyes élményeimet mondom el a nagysebességű számítógépek megjelenésével kapcsolatban.

1946-ban az a szerencse jutott osztályrészemül, hogy jelen lehettem Neumann Jánosnak, a magyar származású nagy matematikusnak egyik előadásán Los Alamosban. Akkoriban katonai szolgálatomat töltöttem az amerikai hadsereg Los Alamos-i számítóközpontjában. Ez a központ tizenhét IBM könyvelőgépből és húszfőnyi személyzetből állt, akik a gépeket – vasárnap kivételével – éjjel

* Lynn Margulis: *Symbiosis and Evolution*, Scientific American, 1971. augusztusi szám.

nappal üzemeltették. Az atombomba tervezésével kapcsolatos parciális differenciálegyenleteket oldottunk meg. Munkánk kétségkívül fontos volt a Manhattan-terv sikere szempontjából, mivel ezeket az egyenleteket minden bizonnyal nem lehetett volna más eszközökkel megoldani. Mégis nagyon siralmasnak éreztük, hogy egyetlen differenciálegyenlet megoldásán húsz embernek három hétig éjjel-nappal kellett dolgoznia.

A gépeinket akkoriban egy vagy két számtani művelet elvégzésére szerkesztették. Az egyik ügyesebb gépünk például három számból, A-ból, B-ből és C-ből kiszámította az $A \cdot B + C$ -t. A gépekbe egy-egy csomag IBM lyukkártyán kellett betáplálni az információt. Az egyes kártyák a tér egy-egy pontjára vonatkozó információ-mennyiséget tartalmazták. A mintegy ötvenkártyányi csomagot betápláltuk a gépe, amely mindegyik kártyán elvégezte ugyanazt a műveletet. A csomagot ezután saját kezünkkel átvittük a következő géphez, amely egy lépéssel továbbment a számításban.

Nagyon gondosan kellett megterveznünk, hogyan osszuk el az információt a kártyákon, és azok milyen sorrendben haladjanak gépről gépre. Azt, hogy egy gép mit végezzen, egy kapcsolótáblával vezéreltük, amelyen minden egyes művelethez speciálisan át kellett dugaszolni a huzalokat. Például a dugaszolás jelezhetette azt, hogy az A szám az 1–8., a B a 20–27., a C a 9–15. oszlopban van, és a válasz a 60–67. oszlopokba kerül. Ha egy kártyán már nem maradt üres hely, akkor a lényeges információt át kellett másolni egy új kártyára egy ún. „reprodukálógép” segítségével. A ciklus végén pedig az információt egy „tabulátoron” összegeztük, és manuálisan ellenőriztük, hogy nem

kaptunk-e teljesen rossz eredményeket. Ha úgy látszott, hogy az eredmény badarság, akkor valószínűleg az történt, hogy az egyik csomag fordítva került az egyik gépbe, és így az egész ciklust meg kellett ismételni.

Neumann János volt ennek a „számítógépes hadműveletnek” az egyik fő szaktanácsadója. Minden bizonnyal arra az eredményre jutott, hogy noha hasznos munkát végeztünk, a modern technológiával már olyan gépeket lehetne tervezni, amelyek sokkal könnyebbé tennék az életet. Nincsenek jegyzeteim az 1946-os előadásáról, de a legfontosabb gondolatokra ma is emlékszem.

Neumann János javaslatai

1. Teljesen elektronikus számítógépek
2. Kettes számrendszer
3. Belső memória
4. Tárolt program
5. Univerzális számítógép

Először is rámutatott arra, hogy az akkori gépek, amelyekben lényeges szerepet játszottak a mechanikus alkatrészek, már túlságos lassúságuk miatt sem felelhettek meg rendeltetésüknek. Ezért helyettük teljesen elektronikus készülékeket javasolt. Ezután arról beszélt, hogy míg a tízes számrendszer tökéletesen megfelelt a mechanikus szerkezeteknél, a kettes számrendszert elektronikusan sokkal könnyebb megvalósítani a hatékony kétállapotú eszközök segítségével (ez vezeti az áramot vagy lezár – *a ford.*). Ha pedig gyorsabb gépekkel rendelkezünk, vitte tovább a gondolatsort, akkor nincs értelme annak, hogy emberi

erő avatkozzon be minden egyes lépés után. Hiszen hiába végez el a gép egy műveletet ötven IBM lyukkártyán egy perc helyett akár egy másodperc alatt is, nagyon keveset nyerünk, ha a kártyákat kézzel kell átvinnünk egy másik készülékhez. Ezért egy „belső memória” létrehozását javasolta, amelyben a részeredmények tárolhatók, és így a gép sok műveletsorozatot is automatikusan el tud végezni.

Ezután rátért arra, hogy különféle feladatok elvégzéséhez nem kell speciális gépeket készíteni. A. M. Turing, a matematikai logika neves angol képviselője már régebben megmutatta, hogy az olyan gép, amely el tud végezni néhány alapvető műveletet, elvileg bármilyen számítás végrehajtására alkalmas. Neumann ezért azt javasolta, hogy a számítógépek ilyen „univerzális Turing-gépek” legyenek.

Legfontosabb újítása azonban a számítógépek logikai irányítására vonatkozott. Mindannyian tisztán láttuk, mennyire nevetséges ezt kapcsolótáblák átdugaszolásával végezni. Ha például először A-t és B-t szoroztuk össze, majd az eredményt C-vel kellett megszorozni, akkor természetesen ugyanazt a gépet használtuk. Mivel azonban a második szorzáshoz szükséges információ most más oszlopokba került, az egész kapcsolótáblát át kellett dugaszolni, mielőtt a második művelethez visszatehettük volna a kártyákat. Neumann János olyan gépet javasolt, amely belső memóriájában utasításokat is tud tárolni, és így képes önállóan haladni lépésről lépésre, mert minden lépés után a saját memóriája utasítja a további teendőkre, anélkül hogy emberi beavatkozásra kellene várnia. Az ilyen utasításrendszereket ma „program”-nak hívjuk. A számítógépek programozhatósága volt az egyetlen igazán lényeg-

ges áttörés, amely megkülönbözteti a modern komputert a régi könyvelőgépektől.

A Neumann János által mintegy huszonöt évvel ezelőtt javasolt elektronikus alkatrészek ma már természetesen mind reménytelenül elavultak, de a legbonyolultabb modern gép is az általa akkor megadott elveken alapul. A modern számítógépek jelentőségét prófétaként előre látta, de még ő is alábecsülte az elektronikai technológia rohamos fejlődését, és így nem sejthette meg a számítógép-kapacitásnak azt a hihetetlen növekedését és a komputereknek azt az óriási térhódítását, amely mindössze egy emberöltő alatt ment végbe.

Egy olyan embernek, aki egy teljes évig számolt könyvelőgépeken, Neumann János tervei utópiának tűntek. Szentül hittem, hogy ez az álom egyszer megvalósul, de vajon megélem-e azt, hogy egy ilyen csodálatos bestiával dolgozhassam? Nem tudtam, hogy az első teljesen elektronikus komputer, az ENIAC, akkor már majdnem elkészült. Ez ugyan még nem valósította meg maradéktalanul a Neumann-féle elveket, az évtized végére azonban a princetoni egyetemen megépítették az első olyan gépet is, amely már teljesen ezeken az elveken alapult. Ennek tervezését Neumann János személyesen irányította. A gyors fejlődésre további néhány évet kellett várni, amíg a legnagyobb könyvelőgépeket gyártó cég, az IBM, rászánta magát, hogy modern számítógépekkel foglalkozzon.

1953 nyarán kerültem először közelebbi kapcsolatba egy ilyen számítógéppel. Ekkor a Rand cégnél dolgoztam mint tudományos tanácsadó. Itt két gép is volt, az egyik a Neumann által Princetonban épített prototípusnak egy másolata, a másik pedig egy korai IBM 700 szériagép.

(A Neumann-féle prototípust JONIAC-nak keresztelték el annak az embernek a tiszteletére, akit a szakmában mindenki csak „Johnny”-nak hívott.) Elképesztő volt az alig hét év alatti fejlődés, és fogalmam sem volt róla, hogy a java még csak ezután jön. Nagy örömmel tanultam a programozást, annak ellenére, hogy az akkor használt programozási nyelv inkább gépekre, mintsem emberi lényekre volt szabva. Egyszer ellenőriztettem a géppel a legnagyobb Lewis–Carroll-féle szillogizmust, amely tizenkét darab tizenhárom változós premisszából von le következtetést. Ezt a feladatot az 1946-os gépek egyáltalán nem tudták volna megoldani; egy 1953-as komputernek mindössze néhány percig tartott a számítás. A mai gépeknél ez már csak triviális gyakorlófeladat.

Fontos tapasztalatokat szereztem, amikor 1956 nyarán visszatértem a Randhez. Azokban az években a kormány erősen megnyirbálta a kutatási szerződéseket, és ezért a matematikai és a számítástechnikai szaktanácsadó kettős feladatát kellett ellátnom. A cég akkorra már egy meglehetősen komoly modern géppel, egy IBM 704-gyel rendelkezett. Számos javaslatot tettem a számítóközpont munkájának a javítására, ezek közül már csak egyre emlékszem. Észrevettem, hogy még egy kiemelt és nagy fizetésű alkalmazottnak is esetleg órák hosszát kellett csellengenie, amíg a gépen egy öt másodperces futtatási időhöz hozzájuthatott. Akkoriban a komputerek nagyon ritkák és drágák voltak, ezzel együtt egyszerű költségszámítás mutatta, hogy rosszul állapították meg az értéksorrendet, nem is beszélve arról a kárról, hogy a kiemelkedő tudósoknak így elvették a kedvét a gépek használatától. Ezért egy olyan rendszert javasoltam, amellyel a hosszú számítások

néhány másodpercre félbeszakíthatók, és ezalatt egy másik programot lehet lefuttatni. Nagyon szeretném azt hinni, hogy ez a javaslat is szerepet játszott abban, hogy a Rand az időosztásos rendszerek kidolgozásában úttörő munkát végzett. De az a gyanúm, hogy a valóságban megfeledeztek a megjegyzésemről, és attól függetlenül jutottak ugyanarra a következtetésre néhány évvel később.

A dartmouthi főiskolán 1959-ig nem volt számítógépünk, de a Massachusetts Institute of Technology (Massachusetts állam műegyeteme) nagylelkűen megengette, hogy a New England-i egyetemi oktatók használhassák az ottani komputert. Így tanúja lehettem a következő nagy áttörésnek, a FORTRAN nyelv megjelenésének. Végre rájöttek arra, hogy sokkal érdekesebb a gépet megtanítani egy, az emberek számára könnyebb nyelvre, mintsem minden egyes felhasználót arra kényszeríteni, hogy elsajátítsa a gép saját nyelvét. (A programozási nyelvek fejlődéséről később még bővebben beszélek.) Ez egyszeriben sok ezer felhasználó számára lehetővé, sőt érdekessé tette a számítógépek igénybevételét.

Miközben a Massachusetts Institute of Technology számítógépparkja egyre korszerűsödött, a régi gépeket újabb és hatékonyabb IBM modellek váltották fel, amelyekben már tranzisztorok és ferritmagos memóriák dolgoztak, végre Dartmouth is megkapta az első komputerét 1959-ben. Gyönyörű, de meglehetősen szerény kis gép volt, egy LGP-30-as. Mai szemmel nézve egyenesen aprónak és borzasztó lassúnak mondanánk; a műveleti időt inkább milliszekundumokban, mintsem mikroszekundumokban lehetett kifejezni, és a memóriája egyetlen dobból állt. A diákok ekkor jutottak először számítógéphez, és néhány

kivételes képességű hallgató ügyessége és alkotókészsége teljességgel lenyűgözött bennünket. Az LGP-30-cal szerzett tapasztalatok nélkül sohasem akartuk vagy mertük volna kidolgozni saját időosztásos rendszerünket.

A dartmouthi időosztásos rendszer születésének a történetét a 3. fejezetben mondjuk el. Érdeemes azonban megjegyezni, mekkorát fejlődtek a komputerek huszonöt év alatt. Mindazt a rengeteg számítást, amit Los Alamosban a tizenhét IBM géppel egy álló éven keresztül produkáltunk, ma egy dartmouthi diák egyetlen délután elvégzi, miközben száz másik ember is használja ugyanazt a számítógépet. Számomra ez az összehasonlítás többet mond, mint annak a ténynek a pusztá közlése, hogy egy művelet elvégzésének az ideje az 1946-os néhány másodpercről a mai néhány mikroszekundumra zsugorodott (mikroszekundum = a másodperc egymilliomod része).

1946-ban a gépek mindössze néhány számot tudtak megjegyezni; ma több százezer számot tudnak egy pillanat alatt lehívni. Nem sokkal tart tovább az sem, hogy a memóriáikban akár százmillió számhoz hozzáférjenek. A műveletek milliárdjait végzik el egy nap, és mindezt a bennük tárolt rendkívül kifinomult programok irányítása alatt. A leginkább figyelemre méltó mindebben talán az, hogy egy átlagos mai komputer képes naponta több milliárd műveletet elvégezni anélkül, hogy egyetlen hibát ejtene.

Noha a számítógépek hatékonyságával együtt az áruk is növekedett, nem nehéz belátni, hogy ugyanakkor egy adott számítás költsége évről évre jelentősen csökken. James Martin és Adrian R. D. Norman meglepő számadatokat közöl a számítógép-kapacitás exponenciális növekedéséről és a számítási költségek exponenciális csök-

kenéséről. Becslésük szerint például tizenöt év alatt a számítások mintegy ezerszer olcsóbbá váltak.*

Világos, hogy a komputerek megjelenése teljesen új, hatalmas lehetőségeket nyitott az emberiség számára, de ugyanakkor komoly új problémákat is felvetett. E könyvben ezek közül számosat megvizsgálunk. De engem leginkább az a kérdés érdekel, hogy milyen az ember és a számítógép kapcsolata, és ez hogyan befolyásolja majd a két faj fejlődését. Remélem, sikerül megmutatnom, hogy ezt a kapcsolatot bátran tekinthetjük szimbiózisnak. De vajon nem túl mesterkélt-e, ha a komputert egy új fajnak tekintjük?

Fajnak tekinthetők-e a számítógépek?

A faj az élet valamilyen specifikus formája. Világos, hogy a komputerek specifikusak, de az emberek többsége bizonyára hevesen ragaszkodna ahhoz, hogy nevetséges egy gépet élőlényhez hasonlítani. Szeretném megmutatni, hogy az élő és élettelen anyag között tett hagyományos megkülönböztetés fontos lehet egy biológus számára, de filozófiai szempontból lényegtelen, sőt veszélyes tévutakra is vezethet.

Mi különbözteti meg az élőlényt az élettelen természettől?

Nincsen ugyan az életnek általánosan elfogadott definíciója, de az alábbi hat kritérium általában szerepel egy ilyen definícióban:

* James Martin and Adrian R. D. Norman: *The Computerized Society* (Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1970.)

1. Anyagcsere, azaz az élőlény képes az anyag kémiai változásai útján energiát termelni.
2. Helyváltoztatás (nem egyetemes ismerv).
3. Reprodukálóképesség.
4. Egyéniség.
5. A fejlettebb állatoknál: intelligencia (gondolkodó- és kommunikációs készség).
6. Az élőlény „természetes” és nem „mesterséges” valami.

Az életről alkotott modern felfogásunkon erősen érezhető Darwin hatása. Úgy akarjuk az „élő” fogalmát értelmezni, hogy rá illjen azokra a fajokra, amelyek a Földön az evolúciós folyamat eredményeképpen kifejlődtek. Mivel a fejlettebb fajok általában rendelkeznek az alacsonyabb rendűek valamennyi jellemzőjével, és ezenkívül másokkal is, a definíció különös hangsúlyt helyez az élet alacsonyrendű formáira, hogy amennyire csak lehet, teljes legyen. Mivel az anyagcsere valamennyi fajnak közös jellemvonása, az intelligencia viszont nem, ezért az előzőt lényeges követelménynek tekintik, az utóbbit pedig csak luxusnak. Az osztályozásnál nem gondoltak olyan fajokra, amelyek a magasabb rendű követelmények némelyikének eleget tesznek, de az alsóbbaknak nem, mert ilyen fajra nem találtak példát az evolúciós láncban. Az az érzésem, hogy a világűr meghódítása során felfedeznek majd olyan fajokat is, amelyeket a biológusok kénytelenek lesznek élőnek tekinteni, noha ezekre nem lesz érvényes a szokásos definíció. A hagyományos definíciók egyébként – a vírusok felfedezése és a biokémiai laboratóriumok gyors fejlődése óta – már ma is nagyon problematikusak.

Mennyiben felelnek meg a komputerok a definícióknak?

Először is értelmesek, gondolom, ez nem vitás. Bármilyen tudományos vizsgálat igazolja gondolkodó- és kommunikációs készségüket. Egyaránt elvégeznek számtani és szavakba foglalt feladatokat. Hosszú logikai érveléseket tudnak kifejteni. Kérdeznek és válaszolnak. Gyorsan tanulnak és nem felejtnek. Programozhatók lennének úgy, hogy jól szerepeljenek az intelligenciavizsgákon.

Másodszor, egyéniségükről pontosan olyan értelemben lehet beszélni, mint az élőlényeknél. Számomra már ez elegendő igazolás ahhoz, hogy új fajként kezeljük őket. Szeretnék azonban rámutatni arra, hogy néhány további kritérium is könnyűszerrel kielégíthető.

Az embereket természetesen megtéveszti az a tény, hogy a mai számítógépek egyáltalán nem illenek bele az élőlényekről alkotott általános képbe. A következő évtizedben azonban már nem lesz nehéz igen hatékony robotot készíteni. Ez külsőleg hasonlíthatna emberhez, vagy ha úgy tesszük, kutyához vagy macskához. Az alkatrészek miniatürizálása lehetővé teszi, hogy egy aránylag komoly számítógép akkora legyen, mint az emberi agy. A robotot könnyűszerrel el lehetne látni primitív érzék- és mozgásszervekkel. Így reagálni tudna fény- és hangingerekre, és noha mozgása nem lenne olyan kecses, mint egy macskáé vagy akár egy emberé, mégis sokkal fejlettebb lenne, mint számos élő fajé.

A robotot könnyen felszerelhetjük anyagcsere-mechanizmussal is. Ha például ellátjuk egy energiaszolgáltató egységgel, és utasítjuk, hogy időnként menjen oda egy csatlakozóhoz, tegye be a villásdugót és töltse fel a telepeit, akkor ez megfelel az anyagcserének. Nem látom be, miért kellene az anyagcserét a kémiai folyamatokra korlá-

tozni, és a fizikaiakat nem megengedni. A hagyományhoz ragaszkodók számára is van azért javaslatom: a robot fényt nyeljen el, és ezt az energiaforrást arra használja fel, hogy közönséges élelmet dolgozzon fel kémiai folyamatok útján.

A szkeptikusok következő ellenvetése a reprodukálóképesség. Ez az egyik legkönnyebben megoldható probléma. Neumann János már a számítógépek fejlődésének korai szakaszában megmutatta, hogy elméletileg nincs akadálya egy önreprodukáló gépnek.* De ha a robotok 1980-as képességeit nézzük, még sokkal egyszerűbben válaszolhatunk a problémára. Végül is, mi a reprodukálás? Az a képesség, amely a környezetből vett nyersanyagokat úgy rakja össze, hogy a szervezetnek egy körülbelüli másolatát állítsa elő. Valóban nem okoz elvi nehézséget, hogy egy robot összeszereljen egy új robotot. Amikor fizikailag összeállította az új gépet, öntse át a saját memóriájának a tartalmát (ilyesmi gyakran előfordul a számítóközpontokban), és nyomja meg azt a gombot, amelyik bekapcsolja az új robotot. Biztosra veszem, hogy ez az eljárás a reprodukálás legtöbb definíciójánál megállja a helyét.

Ha a szkeptikust így falhoz szorítjuk, általában már csak az az érve marad, hogy a gépek „mesterségesek”, „az ember által gyártottak”, és ezért nem sorolhatók a „természetes” élőlények közé. Ez a megkülönböztetés azonban egyre nehezebben tartható. Az ember nagyon közel áll ahhoz, hogy élőlényeket biológiai laboratóriumokban szintetizáljon. Ezeket, noha egyértelműen az ember ké-

* John von Neumann: *Theory of Self-Reproducing Automata* (Urbana, Ill., University of Illinois, 1966.)

szította, nem lehet majd megkülönböztetni a természetben keletkezett élőlényektől. Emellett, ha egyszer lesznek olyan robotok, amelyek saját magukat reprodukálják, akkor ezek közül csak az első lesz „ember alkotta”, a többieket már a „szüleik” gyártották. Nem lenne nehéz úgy programozni egy reprodukáló robotot, hogy minden egyes utód kissé különbözzön a szüleitől, és valószínűleg az is jó ötlet, ha mindegyik robot egy kicsit továbbfejleszti az utódját, és ezzel egy evolúciós folyamat jön létre.

A kétkedők akár elfogadják ezt a gondolatmenetet, akár nem, mindenesetre remélem: sikerült megmutatnom, hogy a modern számítógépek képesek gondolkozni, emlékezni és a külvilággal érintkezni. Ezekben a készségeikben hasonlítanak annyira az élő fajokhoz, hogy nyugodtan vizsgálhatunk egy lehetséges szimbiotikus kapcsolatot az ember és a komputer között.

2. Amit a két faj egymásnak nyújt

Egy társas viszonynál nagyon fontos kérdés az, milyen speciális adottságokkal járulnak hozzá az egyes partnerek. Nézzük először a komputert, azután az embert, majd vizsgáljuk meg, hogyan tudnak a legjobban együttműködni. Ezt a kérdést a 4. fejezetben újra megvizsgáljuk.

A komputer

A modern számítógép legfontosabb tulajdonsága a hihetetlen sebesség. Hozzávetőlegesen a komputer egymilliószor gyorsabb, mint az ember. A szokásos szóhasználatnál élve ez azt jelenti, hogy a rutinfeladatok széles skálájánál hat nagyságrenddel megnöveli az ember képességeit (azaz 10^6 -szorosra fokozza azokat).

A második legfontosabb tulajdonság a hihetetlen emlékezőtehetség. Neumann János már huszonöt évvel ezelőtt felismerte, hogy egy igazán gyors számítógépnek csak akkor van értelme, ha a memóriája elég nagy és elég gyors. A nagysebességű memória teszi lehetővé, hogy a gép hosszú utasítássorozatokot átvegyen, tároljon, és ezekkel tanácskozzon a teendőkről, anélkül hogy a számítások

ütemét lelassítaná. Ez a memória tárolja a részeredményeket is, amelyek a sok millió, vagy akár sok milliárd lépésből álló feladat teljes megoldásához kellenek.

Az a tény, hogy a drága nagysebességű memóriák mellett ma már rendelkezésre állnak a még nagyobb, de olcsóbb memóriák, amelyek még mindig rendkívül gyorsak az emberéhez képest, lehetővé teszi, hogy a modern komputer elképesztő mennyiségű információval dolgozzon. Például, az *Encyclopaedia Britannica* teljes anyaga tárolható egy modern gép memóriájában, és az *Encyclopaedia* bármely lapját a másodperc tört része alatt lehívhatjuk.

A komputerok őskorában attól féltek, hogy egy bizonyos nagyságon és sebességen túl a gépek használhatatlannak lesznek a nagy hibaszázalék miatt. Az első konstruktőrök idejében, a rendelkezésre álló legjobb technika mellett is nagy volt a valószínűsége annak, hogy sok millió lépés folyamán, sok millió információval dolgozva a gép hibát követ el, és ezzel tönkreteszi az eredményt. Ezek a félelmek alaptalannak bizonyultak. Az elektronikus alkatrészek megbízhatósága még a gépek méreténél és sebességénél is gyorsabb ütemben növekedett, és így ma sokkal kisebb annak a valószínűsége, hogy a gép egész napi működése során egyetlen hibát is vétsen, mint tizenöt évvel ezelőtt. A felhasználók többsége számára teljesen jogos az a feltételezés, hogy ha a komputer értelmes választ ad, akkor az maga a jó válasz. Ha hibák adódnak, akkor ezek általában katasztrofális méreteket öltenek, mint amikor – mondhatni – a gép idegösszeomlást kap. Ennek a tünetei annyira nyilvánvalóak, hogy ha egy számítás közben ezeket tapasztaljuk, akkor tudjuk, hogy a

számítást meg kell ismételni. Véletlenszerű nem kideríthető hibákról alig hallani.

A nagysebességű számítógépnek nagyon fontos jellemzője a tanulási képesség és a korlátlan idejű emlékezőtehetség. Ahhoz, hogy a komputert használhassuk, meg kell tanítanunk programok segítségével egy sereg eljárásra. A program állhat három utasításból vagy háromezerből, a feladat bonyolultságától függően. Egy több ezer utasításos program megírása komplikált és időt igénylő feladat, de ha ezt a programot egyszer megtanítottuk a gépnek, akkor azt örökre megjegyzi, és bármikor hibátlanul végrehajtja.

A komputernél türelmesebb és engedelmesebb szolgát az ember még nem talált. Amíg rendesen gondozzák, hogy fizikai épsége biztosítva legyen, addig jól szolgálja az embert. A számítógép egyetlen „életcélja”, hogy az ember utasításait végrehajtsa. Erre vonatkozik a nagysebességű gépekről szóló alábbi kedves vicc is: „A régi gépekkel az volt a baj, hogy sohasem azt csinálták, amire utasítottuk őket. A modern gépekkel az a baj, hogy pontosan azt csinálják, amit mondunk, és nem azt, amit mondani akartunk.” Más szóval, a komputernek annyira engedelmes jószágok, hogy még a teljesen értelmetlen utasításokat is betű szerint végrehajtják.

Egy ilyen gép, ha időosztásos rendszerben dolgozik (lásd a 3. fejezetet), egyszerre több száz emberrel tarthat fenn kapcsolatot, legyenek azok bármilyen messze is, és hihetetlenül sokféle feladatot tud olyan villámgyorsan megoldani, hogy mindegyik felhasználó úgy érezheti, a gép teljes kapacitását csak az ő szolgálatába állítja,

A gépek dicshimnusa után jogosan merül fel a kérdés, vajon az együttműködéshez az ember tud-e valami hasznossal hozzájárulni. Szerencsére számos olyan terület van, amelyben az ember nélkülözhetetlen, egyrészt azért, mert esetleg nem tudjuk, hogyan végeztessük el a feladatot egyedül a komputerrel, másrészt, úgy tűnik, hogy az ember rendelkezik bizonyos olyan képességekkel, amelyeknek a komputer híján van.

Mivel a modern gépeket eredetileg matematikai számítások elvégzésére tervezték, azt gondolhatnánk, hogy legalább ezen a területen tökéletesen pótolják az embert. Ez azonban távolról sem igaz. Az ember ügyes módszereket vesz észre, amelyekkel lerövidíti a számítást. A szakemberek többsége szerint erre a komputer is megtaníthatók, ezen a területen azonban vajmi kevés haladást értek el. Kénytelenek vagyunk arra a következtetésre jutni, hogy érdekesebb egy embert alkalmazni a gép társaként, mintsem hosszú éveket tölteni azzal, hogy megpróbáljuk a gépet megtanítani valamire, amire nem is igazán alkalmas.

Például a komputer ma már matematikai bizonyításokat is tudnak produkálni, de nagyon gyengék ebben. Két geometriai alakzat megkülönböztetése pofonegyszerű feladat egy ember számára, de egy gép számára igen nehéz. (Vagyis ugyanaz a komputer, amelyik kiválóan megoldja a tizenhat évesek intelligenciatesztjét, igencsak gyengén szerepelne a hatévesek vizsgáján.) Sokat beszéltek a gépek fordítói képességeiről is, de a haladás itt is meglehetősen lassú.

Másfelől, éppen a komputermemóriák nagyarányú fej-

lődése során derült ki, hogy milyen kiváló az emberi memória. A legjobb becslések szerint is ez még mindig felülmúlja a létező legnagyobb komputerét. És noha mi összehasonlíthatatlanul lassabban „működünk”, mint egy nagysebességű számítógép alapciklusa, figyelemre méltó hatékonysággal halászunk elő adatokat a memóriánkból. Úgy tűnik, hogy ez valamilyen rejtélyes asszociációs folyamatok segítségével történik, amelyeket eddig senkinek sem sikerült a gépekre átültetni. Miért jut eszünkbe egy könyvben olvasott mondatról egy tíz év előtti beszélgetés? Hogyan kapcsolódik össze egy szag egy gyermekkori emlékkal? Hogyan van az, hogy egy probléma megoldásakor három különböző „rekeszt húzunk elő”, amelyeket életünk különböző szakaszaiban raktároztunk el, és amelyeknek látszólag semmi közük sincs egymáshoz, és mégis így jutunk el a probléma egy új megközelítéséhez? És hogyan szűrjük meg azt a reménytelen mennyiségű információt, amelyet az érzékszerveink naponta szállítanak, és hogyan választjuk ki belőle csak a leglényegesebb tényeket?

Észre kell vennünk, hogy a komputerek ugyan nagyszerű fenevadak, de sok szempontból meglehetősen buták. Fantasztikusan gyorsan és nagy pontossággal hajtanak végre bonyolult utasításokat, de egyáltalán nincs ítélőképességük és józan eszük. Ha egy gépnek azt mondjuk, hogy végezzen el egymillió számítást, de elfelejtjük hozzátenni, hogy nyomtassa ki a választ, akkor megoldja ugyan a feladatot, de az eredményt sohasem fogjuk megtudni. Előfordulhat, hogy a komputer a számítások közben reménytelen kátyúba kerül. Az ember ilyenkor abbahagyja az értelmetlen erőlködést, és új utakat keres. A gép azonban nem tudja az egyik számhalmazt a másiktól megkülönböz-

tetni, és vidáman darálja tovább a teljesen haszontalan számításokat. Röviden, nem képes munkájának értékelésére. Bár az értékelés bizonyos mértékig beépíthető egy ravasz programba, meggyőződésem, hogy bonyolult feladatoknál jobban járunk, ha a géptől csak az eredményeket kérjük, és magunk végezzük a kiértékelést.

Az emberek olyan titokzatos képességekkel is rendelkeznek, mint intuíció és alkotókészség. Ezt a tehetséget még senkinek sem sikerült program formájában megfogalmazni. A komputernek nagy előnye, hogy ezer alternatívát is kipróbálhat annyi idő alatt, amíg az ember alig néhányat, mégis nem ritka, hogy az ember jó intuitív érzéssel célhoz ér ezzel a néhány próbálkozással, a gép pedig csődöt mond az ezer véletlenszerűen választott kísérlettel.

Ezek alapján úgy látom, hogy az ember számos hasznos tulajdonságot állíthat a szimbiotikus kapcsolat szolgálatába. Az embernek kell eldöntenie, hogyan kell a gépet optimálisan használni. Az ember tűzze ki a célokat, és mondja meg a komputernek, hogyan közelítsen azokhoz. A legjobb az, ha az ember felügyel a gép munkájára, és így intuitív és kiértékelő képességeit kamatoztathatja a gép munkájának az irányításában. Röviden: a munka 99,99 %-át a gép végzi, de az embernek maradó 0,01 % lényeges szerepet játszik a társas viszonyban.

Együttműködés

Az előző leírás alapján azt gondolhatnánk, hogy az ember és a komputer pompásan kiegészítik egymást. A köztük levő különbség azonban sokkal nagyobb, mint a termé-

szetben található szimbiotikus kapcsolatok esetében. Ezért ez a társas viszony nem működik olyan egyszerűen és magától értetődően, mint a többi ilyen kapcsolat.

Talán jobb lett volna, ha az embernek sikerül olyan gépeket szerkesztenie, amelyek csak ezerszer gyorsabbak nála, de van egy kis józan eszük is. Akkor egy program írásakor nem kellene hosszú órákat tölteni annak a vizsgálataival, mi minden mehet tévútra anélkül, hogy a gép ezt észrevenné. Talán bölcsebb lett volna, ha kevésbé hatékony elektronikus memóriát készítünk, de az jobban hasonlít az emberi memóriához. Mivel azonban nem tudjuk, hogyan működik az emberi memória, kénytelenek vagyunk hatalmas tömegű és óriási sebességű, de minden kifinomultság nélküli memóriát előállítani. Például, mint már említettük, az egész *Encyclopaedia Britannica* tárolható egyetlen gépben. Amikor azonban „Mozartot” akarjuk kikerestetni, akkor célszerű azt is megmondani a gépnek, hogy ne az *Encyclopaedia* elején kezdje, hanem menjen egyenesen az M betűhöz. Az információt tárolni könnyű, de egy olyan tárgymutatót készíteni, amelynek segítségével a gép egy adott címszót ugyanolyan gyorsan megtalál, mint ahogy egy ember fellapozza a megfelelő oldalt, olyan mértékű kifinomultságot kíván, amellyel egyelőre csak az ember rendelkezik. Hiába tárolja a gép mind a huszonnégy kötetet, és hiába tudja a másodperc tört része alatt lehívni hibátlanul akármelyik lapot, ha egy óra hosszát tart, amíg azt a lapot megtalálja.

Meggyőződésem azonban, hogy az emberi intuíciót és alkotókészséget megfelelően kombinálva a gép kitűnő tanulási és emlékezőtehetségével, ezeket a problémákat is

meg tudjuk majd oldani. A következőkben azt vizsgáljuk, hogyan működik az ember és a gép közötti társas viszony, és mit várhatunk ettől, ha majd a két faj megtanul együtt dolgozni.

3. Időosztás

Egy új kapcsolat

Az 1960-as években alapvető változás történt az ember és a számítógép viszonyában. Ezt az új viszonyt technikailag „időosztás”-nak nevezzük. Az évtized első felében kidolgoztak néhány kísérleti időosztásos rendszert, a következő években aztán az időosztásos rendszerek futótűzként terjedtek el. Csak ez az új fejlődés teszi lehetővé, hogy az ember és a gép között igazi szimbiotikus kapcsolat alakuljon ki.

A nagysebességű számítógépek történelmének első két évtizedében a gépek olyan ritkák és drágák voltak, hogy az emberek úgy közeledtek a komputerekhez, mint a régi görögök a jósdákhoz. Az ember alázatosan előterjesztette kérését a gépnek, azután türelmesen várt, amíg az kegyeskedett megoldani a problémát. Volt valami misztikus ebben a kapcsolatban, egészen odáig, hogy csak kiválasztott beavatottaknak engedtetett meg, hogy közvetlenül érintkezzenek a komputerrel. És így noha a gépek számos olyan feladatot oldottak meg, amelyek azelőtt meghaladták az ember képességeit, a két faj között igazi kommunikáció nem indulhatott meg.

A komputerek eredetileg az ún. „kötegelt feldolgozás” vagy „batch-feldolgozás” üzemmódban dolgoztak. A szá-

mítóközpont személyzete összegyűjtött néhány száz futtatási kérelmet, és ezeket egy „köteg”-ben betáplálta a gépbe. A komputer egyenként hozzáfogott a problémákhoz, egyet megoldott, kiírta a választ mágnesszalagra, majd rögtön áttért a következő kérdésre. Amikor egy köteggel végzett, a válaszokat a szalagról kinyomtatták, és szétosztották a felhasználók között. Ezt rendkívül gazdaságos üzemmódnak tekintették, hiszen a gépeknek sohasem kellett várniuk a következő problémára. Ez azonban, Norbert Wiener, a híres matematikus szavaival élve, meglehetősen embertelen felhasználása volt az embereknek. Egy átlagos felhasználónak huszonnégy órát kellett várnia, amíg megkapta a problémája megoldását. Persze, ha egyedül csak évek alatt tudta volna megoldani a problémát, és ha valóban a megoldást kapta, akkor tökéletesen boldog volt.

A kötegelt feldolgozás tökéletlensége abból az egyszerű tényből adódik, hogy a gépi futtatások legtöbbször nem a feladat megoldását eredményezi, hanem csak hibákat jelez, vagy teljesen rossz válaszokat nyomtat ki. Egy átlagos felhasználónak tíz-húsz kísérlet is kellhet ahhoz, hogy a programja precízen dolgozzon. Egyetlen futtatás alatt legtöbbször csak két vagy három hiba derül ki, esetleg mindössze a gépelési pontatlanságok következményei. Mivel az ilyen egyszerű hibákat a komputer a másodperc tört része alatt jelzi, a számítóközpontok igazgatói azzal kérkedtek, hogy a kötegelt feldolgozás rendkívül hatékony. Ha azonban azt nézzük, hogy minden egyes próbafuttatás huszonnégy óra veszteséget okozott a felhasználónak, akkor általában két-három hétig tartott, mire a programja hibátlanul működött. Az átlagos felhasználót nagyon kellemetlenül érintette, hogy huszonnégy órát kellett várnia ahhoz,

hogy megtudja: a programjában volt egy kis gépelési vagy logikai hiba. A köteget feldolgozás teljesen hatékony, ha azt nézzük, hogy a gép nem tétlenkedik, de egyáltalán nem megfelelő, ha a dolognak az emberi oldalát tekintjük.

Szeretném felidézni azt a vitát, amelyet a 60-as évek közepén folytattam egy híres számítóközpont igazgatójával. Jelentésében számítógéprendszerük hatékonyságáról beszélt, és statisztikailag értékelte az átlagos felhasználó számára szükséges gépidőt. Szavaiból az tűnt ki, hogy a felhasználók egészében véve rendkívül elégedettek a kapott szolgáltatással. Én a következőkkel vágtam vissza: „Az átlagos felhasználó nem is veszi igénybe ezt a rendszert, mert túlon belül nehézkesnek tartja.” Akkoriban ezzel csak intuitíve értékeltem a potenciális felhasználókat, de azóta a jóslatomat tökéletesen igazolták a jó időosztásos rendszereken szerzett tapasztalatok.

Sok fontos feladat megoldása, ami egy embernek több hónapi kemény munkát jelentene, a komputernek egy másodpercig sem tart. Tulajdonképpen a számítógépes alkalmazások zöme ebbe a kategóriába esik. Az átlagos felhasználó is azt szeretné, ha a problémáját a gép oldaná meg. Azonban nem szívesen zárandokol el naponta a számítóközpontba, hogy megtudja, milyen újabb hibát követett el. Amit igazán szeretne, az egy saját komputer, amelyet akkor használ, amikor akar, amelyen a tíz vagy húsz hibáját egy menetben kijavíthatja, és nem kell abbahagynia, amíg meg nem kapja az eredményt.

Erre a kihívásra válaszolt az időosztás. Egy időosztásos rendszerben száz ember egyszerre használhatja ugyanazt a gépet, tökéletes elkülönültségben, és mindegyiküknek még az az illúziója is megvan, hogy a gép kizárólag őt

szolgálja. Az a hatalmas sebességkülönbség ugyanis, ami a komputer és az ember között fennáll, lehetővé teszi, hogy a gép „szimultán” kezelje a száz különböző kérdést. Az eredmény most is a komputer nagyfokú kihasználtsága, de az emberekre gyakorolt hatás teljesen más. Az időosztás egyik véletlen, de nagyon fontos mellékterméke a gép és az ember között kialakuló kommunikáció.

Mivel az időosztásos rendszerek ismerete alapvetően fontos a könyv további része szempontjából, részletesen leírok egy ilyen rendszert.

A Dartmouth időosztásos rendszer

1963-ban a dartmouthi főiskola elhatározta, hogy a számítógépek használatát beiktatja a rendes képzés programjába. Az utóbbi hét évben az évfolyamok kilencven százaléka, évente több mint hétszáz hallgató részesült számítástechnikai oktatásban.

Kezdetől fogva világos volt, hogy ezt a célt nem lehet a kötegelt feldolgozás módszerével megvalósítani. Az a gondolat, hogy több száz hallgató bűvészmutatványokat végezzen az órarendjével, hogy naponta elmehessen a számítóközpontba és megkapja a legújabb outputot*, aztán hetekig vár arra, hogy végre rendesen működjön élete első programja, valóságos oktatási lidércnyomás lett volna. Így vált Dartmouth az időosztás egyik úttörőjévé. Két oktatóból és néhány tudományos gyakornokból álló cso-

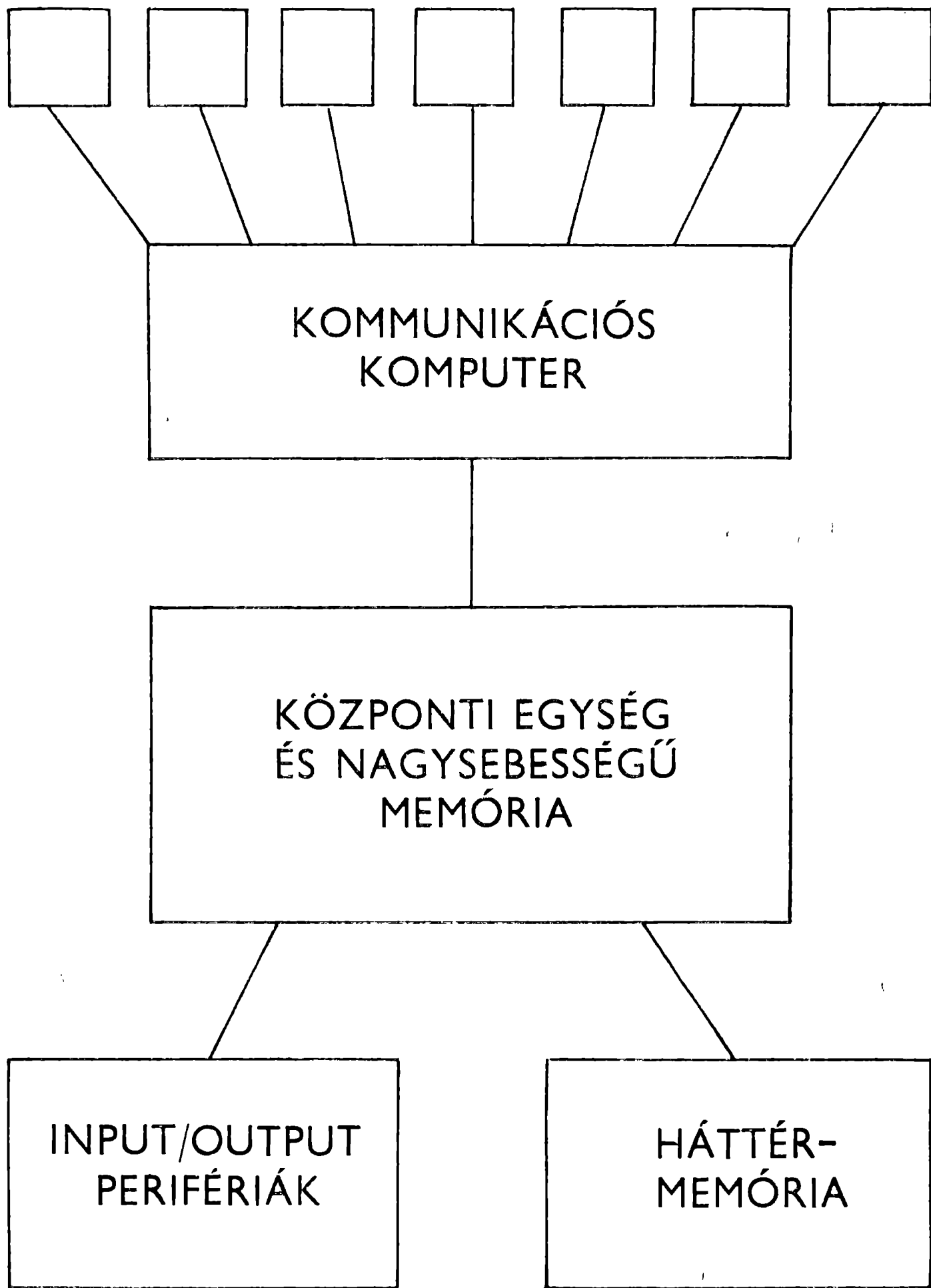
* Az output jelentése itt: a kijövő adatok, eredmények. Egyéb jelentései lehetnek: kimenőegység, adatkivitel. (*A ford.*)

port elkészítette az időosztásos rendszer prototípusát, amelyet 1964 őszén helyeztek üzembe. Azóta ezt a rendszert a General Electric kereskedelmi forgalomba hozta szerte a világon. A dartmouthi főiskola és a General Electric egyesült erővel dolgoztak egy sokkal nagyobb és tökéletesebb időosztásos rendszer kifejlesztésén. A két intézmény végül is letért a közös útról, de az együttműködés gyümölcseként megjelent a GE jelenlegi II. típusú időosztásos rendszere és a mai Dartmouth időosztásos rendszer (DIR).

A 40. oldalon található rajz sematikusán ábrázolja a DIR-t, illetve tulajdonképpen szinte akármelyik időosztásos rendszert. A felhasználók mindegyike kap egy saját terminált. Ez lehet egy írógépszerű szerkezet, vagy egy billentyűzettel ellátott katódsugárcső, vagy bármilyen egyéb típusú terminál. Ezt a terminált egy közös télefonvonal köti össze a számítóközponttal, az elhelyezése tehát lényegtelen. Ma mintegy kétszáz terminál kapcsolódik a DIR-hez. Ezek többsége ugyan a főiskola területén található, de akad belőlük jó néhány az USA északkeleti és Kanada keleti részén is. A rendszert, a dartmouthi Kiewit számítóközpont segítségével országszerte bemutatták, sőt a skóciai Edinburgh-ben is sor került egy demonstrációra.*

* Ezt a bemutatót dr. Myron Tribus tartotta, aki akkoriban a dartmouthi főiskola egyik dékánja volt, később az Egyesült Államok Kereskedelmi Minisztériumának államtitkára lett, és jelenleg a Xerox részvénytársaság alelnöke. Közös télefonvonalon használt terminált, amely az Atlanti óceán alatti interkontinentális kábelhez csatlakozott. Dr. Tribus begépelte Edinburgh-ben a feladatokat; ezeket a Hanoverben¹ (New Hampshire) levő gép megoldotta, és az eredményeket Edinburgh-ben a terminál másodperceken belül kinyomtatta.

A FELHASZNÁLÓK TERMINÁLJAI



A Dartmouth időosztásos rendszer

A felhasználó a terminálon legépel a problémát, a számítóközpont feldolgozza azt, és a hibajelzést vagy a megoldást azonnal kiírja a terminálon. A rendszer sikerének egyik titka az, hogy a tényleges számítás sokkal rövidebb ideig tart, mint a program bevitele, vagy a válaszok ki-nyomtatása. Ezért a terminál nem közvetlenül a „fő komputerhez” (központi egységhez) kapcsolódik, hanem egy olcsó, ún. kommunikációs komputerhez. Általában a felhasználó percekig gépel a programot, mielőtt az első kérése eljutna a központi egységhez. Ezalatt csak a kommunikációs komputer rá eső kapacitását köti le, és ez az olcsó gép szimultán tudja tartani a kapcsolatot az összes terminállal. Maga a feladat azután egy tizedmásodperc vagy néhány másodperc tényleges számítási időt igényel, majd a központi egység elküldi az eredményeket vagy a hibajelzéseket a kommunikációs gépnek, amely kiírja azokat a felhasználó terminálján.

Az első néhány eredmény természetesen most is hibajelzés vagy rossz válasz lesz. Az időosztás nem csökkenti az ember által elkövetett tipikus hibák számát. A felhasználó, amint megtudja a hibáját, azonnal javíthat, és megpróbálhatja újrafuttatni a programot. Így huszonnégy óra várakozás helyett általában mindössze egyetlen percre van szüksége. Világos, hogy a kommunikációs komputer döntő szerepet játszik; az idő legnagyobb részében vagy a felhasználó gépel, vagy az eredményeket kapja, és ezzel csak a másodlagos gép van lekötve.

Természetesen a száz felhasználó közül egyszerre többnek is befuthat számítanivalója. Egy adott központi egység egy időben csak egy feladattal tud foglalkozni. Azonban olyan körforgás szerint dolgozik, hogy minden aktív

felhasználónak, mondjuk, egy tizedmásodpercig áll rendelkezésére. Ha a gép gyorsan megtalálja a hibát, akkor ez a pillanatnyi idő is elegendő lehet arra, hogy diagnosztizálja a bajt. Ekkor a központi egység alkalmas hibajelzést küld a kommunikációs komputernek, és elfeledkezik erről a felhasználóról, a továbbiakban csak a többi fogyasztónak szenteli energiáit.

Ha a program hibátlan és egy kicsit több gépidőt igényel, akkor a központi egységnél megkapja az őt megillető részt, a gép ezután tárolja a részeredményeket, és áttér a következő felhasználó problémájára. Nemsokára, esetleg csak egy másodperc múlva, ismét az előbbi felhasználó kerül sorra, és kap újabb futtatási időt. Annyiszor jut ilyen „gépidőcskéhez”, ahányszor a feladat megoldása ezt igényli. Egy jól beállított időosztásos rendszerben az a felhasználó, aki legfeljebb egy másodperc tényleges számítási kapacitást köt le, általában tíz másodpercen belül megkapja az outputot, sőt gyakran már két vagy három másodperc alatt is. Mivel az emberi agy nagyon nehezen alkalmazkodik ahhoz a tényhez, hogy a gép tíz másodperc alatt esetleg további száz kívánságnak is eleget tett, a fogyasztónak az az illúziója támad, hogy a gépet egyedül ő használta.

A központi egység háttérmemóriával is rendelkezik. Ez kettős célt szolgál. Egy részét „piszkozatnak” nevezhetjük. A felhasználó programját ez a munkaterület tárolja, amíg a tényleges számítás el nem kezdődik. A munkaterületre kerülnek a részeredmények is, ha a központi egység nem tudja egy menetben elintézni a kérést. Amikor aztán ismét ez a felhasználó kerül sorra, a számítást ott lehet folytatni, ahol abbamaradt. A munkaterület tölti be a

puffer (ideiglenes tárolótér) szerepét is, innen jutnak el a végeredmények a kommunikációs egységhez.

A háttérmemória nagyobbik része azonban a felhasználók programjainak a tárolására szolgál. Ez az időosztásos rendszer által nyújtott egyik legnagyobb kényelem. A felhasználó bármikor kérheti, hogy programját őrizték meg későbbi felhasználásra. Ha másnap vagy egy hónap múlva visszatér, csak egy sort kell legépelnie, és máris rendelkezésre áll a program, pontosan abban a formában, ahogy azt otthagytá. Ez rendkívül előnyös, ha ugyanazt a programot többször akarjuk felhasználni, vagy ha a program nem futott még tökéletesen, és a hiba kijavításához időre van szükség. Ezenfelül a háttérmemóriában gazdag „programkönyvtár” is található, amelyet bármelyik felhasználó igénybe vehet számos standard probléma megoldásánál. Például, ha valamelyik szokásos statisztikai próbát akarjuk elvégezni, akkor egyszerűen lehívjuk a megfelelő programot ebből a gyűjteményből, bevisszük az adatokat, és a gép megcsinálja az elemzést. Ezzel a felhasználó számos olyan matematikai eljárás birtokába jut, amelyek programjait egyedül nem tudta volna megírni.

Végül, az időosztásos rendszerhez jó néhány input*-output periféria is tartozik, a lyukkártyák és a mágneszalagok kezelőegységei és a nagysebességű nyomtatók. Ezek a perifériák a rendszer működésénél és esetleges igen nagy tömegű munkáknál játszanak szerepet, de a legtöbb felhasználónak nincs rájuk szüksége, mert a saját terminálja elvéggez mindent, amit csak kell.

* Input jelentései: adatbevitel, maguk a bemenő adatok, bemenőegység. (*A ford.*)

Ezzel befejeztük az időosztásos rendszer vázlatos leírását. A technikai részletek iránt érdeklődő olvasók számára a DIR teljes leírását is megadjuk a fejezet egy későbbi részében.

Az érintkezés nyelve

Gyakran mondjuk, hogy a beszéd különbözteti meg az embert az alacsonyabb rendű fajoktól. Ha a kommunikáció ilyen fontos szerepet játszik egy adott fajon belül, akkor még lényegesebb funkciót tölt be két annyira eltérő faj között, mint az ember és a komputer.

A komputerek nyelve az ún. gépi kód. Ez számukra természetes nyelv, mert minden egyes utasítás egy egyszerű elektronikus áramkörnek felel meg. A legkevésbé sem természetes azonban az ember számára, főleg ha ezt meg is kell tanulnia. A komputerek őskorában, amikor az embernek még gépi kódban kellett írnia a programot, a programozás tudománya néhány szakember kiváltsága volt. Ennélfogva a FORTRAN nevű nyelv megjelenése hatalmas előrehaladást jelentett.

A FORTRAN közönséges angol szavaknak és egyszerű matematikai jeleknek a kombinációiból épül fel, és noha mesterséges nyelv, egy emberi lény könnyen elsajátíthatja. A számítógép – legalábbis ahogyan a gyárból kikerül – nem érti a FORTRAN-t. Ezért előbb a szakemberek egy népes csoportjának gépi kódban hosszú utasítássorozatot (általában több ezer utasításból állót) kell írnia, amelynek alapján a gép megtanul FORTRAN-ul. (Mivel az időosztás azt az illúziót kelti, hogy a géppel beszélgetünk, gyak-

ran mondjuk azt, hogy a gép bizonyos nyelveken „beszél”). Ha egyszer ez megtörtént, akkor az ezzel a speciális programmal ellátott komputer tökéletesen fog beszélni FORTRAN-ul, anélkül hogy valaha is hibázna. És így bármelyik felhasználó, aki megtanulja, hogyan kell FORTRAN nyelven programot írni, könnyen és szabadon tud társalogni a komputerrel. A gép számos más ilyen nyelvet is minden nehézség nélkül elsajátít; csak be kell táplálnunk egy speciális programot, amely elmagyarázza a nyelvet a gépnek.

A FORTRAN segítségével a felhasználók köre a néhány szakemberből a tudományos dolgozók sok ezres táborává bővült. Eközben Dartmouthban már azzal a lehetőséggel foglalkoztunk, hogy emberek milliói maguk írassák a programjaikat. Ezért olyan új nyelv kidolgozását határoztuk el, amelyet egy átlagos főiskolai hallgató is könnyűszerrel megtanulhat. Így született meg a BASIC programozási nyelv. A FORTRAN-nal szerzett sok éves tapasztalat alapján egy olyan új nyelvet terveztünk, amely a nem szakemberek számára is nagyon egyszerű, és amely megkönnyíti az ember és a gép közötti kommunikációt.

A mesterséges nyelvek tervezésénél gyakori az a tendencia, hogy beépítenek sokféle trükkös fogást is, hogy könnyebben lehessen bonyolult programokat írni. Igyekeztünk ellenállni ennek a kísértésnek. Először csak néhány egyszerű utasítást vettünk be, hogy a laikus felhasználók minimális előtanulmányok után már meg tudják írni első programjaikat. A dartmouthi gólyák két egyórás előadást hallgatnak, azután elolvasnak egy rövid kézikönyvet. Egy átlag-hallgató már az első hét végén legalább egy használható programot tud írni. A félév hátra-

levő részében a képzés kizárólag abból áll, hogy a diák egy terminálnál ül, programokat gépel, és azokat javíthatja, „bogarássza”.

Egy tízhetes szemeszter alatt mindenkinek négy vizsgaprogramot kell írnia teljesen önállóan, és addig dolgozni rajtuk, amíg hibátlanul nem futnak. Amikor a diák úgy érzi, hogy a programja kész, akkor a komputerrel ellenőrizteti azt. Ha rendben találja, akkor „hivatalosan jóváhagyja”, ha nem, akkor útmutatást ad, hol érdemes a hibát keresni. Ez az egyszerű oktatási forma sikeresen működik immár hét éve, és legjobb tudásom szerint nem volt olyan hallgató, aki ha akarta, ne tudta volna elkészíteni az összes vizsgaprogramot, vagy legalábbis azok zömét. Ezzel kiderült, hogy egy olyan egyszerű nyelven, mint a BASIC, a programozás bármely értelmes ember számára elérhető.

A BASIC titka az, hogy több szinttel rendelkezik. Az évek során számos komoly képességre is szert tett, és így ma éppoly hatékony, mint bármelyik másik általánosan használt számítógépnyelv, de egy újonc ma is nyugodtan programozhat az 1-es szinten, ami semmivel sem bonyolultabb, mint 1964-ben volt. Az újabb szintek úgy készültek, hogy a felhasználó szabad választása szerint megtanulhatók, ha úgy érzi, hogy szüksége van rájuk, de a megvalósításuk sohasem azon az áron történt, hogy az alsóbb szintek bonyolultabbá váljanak.

A következő programmal illusztráljuk, mennyire egyszerű a BASIC. A 20 és 30 közötti számok négyzetgyökeit akarjuk kiszámítani:

```
1 For N = 20 to 30
2 Print N, SQR(N)
3 Next N
4 End
```

Az első sor arra utasítja a gépet, hogy N vegye fel sorra a 20 és 30 közötti egész számértékeket. A második sor hatására a gép kinyomtatja N -et és a négyzetgyökét. (Az „SQR” rövidítés azért szükséges, mert az írógépen nincs négyzetgyökjel.) (A négyzetgyök angolul *square root* – a *ford.*) A harmadik sor értelmében a gép áttér a következő N értékre, amíg a feladatot el nem végezte. Ekkor a negyedik sorhoz ér, és megáll.

Mivel a BASIC volt az első nyelv az időosztás megjelenése óta, külön gondot fordítottunk a gép és az ember közötti közvetlen kommunikáció megvalósítására. A felhasználó a program bármelyik részén kérheti, hogy a gép írja ki a részeredményeket a terminálon. A gép arra is utasítható, hogy bizonyos kérdéseket tegyen fel, és így a felhasználó útmutatást adhat a további eljárásra vonatkozólag. Lehet, hogy hosszú távon éppen ezek a „beszélgető programok” bizonyulnak majd az időosztás legnagyobb pozitívumának. A következő részben látunk majd példákat ilyen beszélgető programokra.

Az időosztásnak számos előnye van a kötegelt feldolgozással szemben. A felhasználó addig ülhet a terminálnál, amíg meg nem oldotta a feladatot. És mindezt teljesen egyedül teheti, anélkül hogy bárki más megtudná, hány hibát csinált, mielőtt a helyes eredményeket megkapta. Ez a pszichológiai tényező rendkívül fontos. Sok diák ugyan bizonyára nélkül a lehetőség nélkül is birtokba

vette volna a komputereket, de az oktatók többsége valószínűleg nem tette volna ki magát annak a kínos helyzetnek, hogy hibák százait kövesse el nyilvánosan, amíg programozási szakemberré nem válik. Egy olyan egyszerű nyelv, mint a BASIC, úgy megkönnyítette a tanulást, hogy minden értelmes ember számára elérhető közelségbe kerültek a komputerek, az időosztás pedig lehetővé tette, hogy közvetlen kapcsolat alakuljon ki az ember és a gép között.

Az időosztás néhány tipikus alkalmazása

Az időosztás megjelenése előtt Dartmouthban az oktatóknak és a hallgatóknak csak egy töredéke került kapcsolatba a számítógéppel. Hét évvel később már a hallgatók kilencven százaléka tudja használni, és legtöbbször egész egyetemi pályafutása alatt számos esetben használja is a gépet. Emellett az oktatók nagyobbik fele is dolgozik rajta időnként.

Naponta több ezer ember élvezi az időosztásos rendszer előnyeit. A főiskola területén százötven terminál szolgálja ezt a célt, ezek huszonöt különböző épületben vannak elhelyezve. Ezenfelül a DIR New England állam regionális számítóközpontja is: mintegy huszonöt középiskola és huszonöt főiskola áll vele állandó összeköttetésben, és számos további felsőfokú oktatási intézmény is használja esetenként bemutatók vagy kísérletek céljaira. Nem meglepő, hogy a matematikai, a fizikai és a műszaki tanszékek intenzíven terhelik a számítóközpontot. Érdekes módon azonban a legnagyobb felhasználók jelenleg a közgazdász

hallgatók, valamint egyes társadalomtudományok specialistái. Számos komoly alkalmazásra talált a komputer a bölcsészeknél és az orvostudományban is. A számítógép behatolt az oktatás egész területére.

A számítóközpont hasonló elvek szerint működik, mint a főiskola egymillió kötetes, szabadpolcos rendszerű könyvtára. Ahogy bármelyik diák kedvére olvasgathat a könyvtárban vagy kikölcsönözheti akármelyik könyvet, anélkül hogy engedélyt kérne vagy magyarázkodna, miért éppen azt a könyvet akarja, ugyanígy engedély nélkül használhatja a számítóközpontot is, és nem kell indokolnia, miért éppen ezt vagy azt a programot futtatja. Ez a szabad felhasználás nagymértékben hozzájárult a DIR népszerűségéhez és jó kihasználtságához. Egy felmérés szerint a hallgatók átlagosan heti hatvan-hatvanöt percet töltenek a termináloknál. Persze, az „átlagosan” szó, mint mindig, most is félrevezető. Lehet, hogy egy hallgató az egyik félévben, amikor valamilyen komoly munkán dolgozik, jó néhány órát ül minden héten a terminálnál, míg máskor esetleg egyáltalán nem használja a gépet.

A teljes gépidőnek több mint a fele a házi feladatok megoldására szolgál. Mivel gyakorlatilag minden hallgató ért a géphez, számos szakon általánossá váltak a „gépi” házi feladatok. A fizikában Newton törvényeinek megnyilvánulását a hallgató régebben úgy mutatta ki, hogy kiszámította – kézzel –, mi történik két billiárdgolyó ütközésekor. Ma arról ír programot a számítógépre, hogyan kell egy holdrakéta útját megtervezni. A matematikában számos olyan algoritmus (és számítási módszer), amelyet régebben csak triviális alkalmazásokkal lehetett illusztrálni, ma a komputer segítségével valóságos problémákra alkal-

mazható. Egy leendő mérnök már az első években komoly tervezési feladatokat tud megoldani. Egy szociológus akár milliós nagyságrendű adathalmazt is kezelhet, amikor statisztikai vizsgálatokat végez vagy hipotéziseket ellenőriz. A közgazdászoknak sokkal hatékonyabb eszköz esik a szó szoros értelmében a kezük ügyébe, mint ami egy átlagos gazdasági szakembernek áll a rendelkezésére. Ennélfogva, az iskolai alkalmazások az egyszerű kamatoskamatszámítástól vagy egy grafikon megrajzolásától olyan jelentős munkáig is terjedhetnek, amelyek korábban magas szintű tudományos kutatásnak minősültek.

A valóságban a DIR, noha eredetileg kizárólag oktatási célokra készült, hatékony kutatási eszköznek bizonyult. Oktatók százai, akik tíz évvel ezelőtt nem is álmodtak arról hogy komputert használjanak, ma rutinszerűen dolgoznak a géppel. Egy sereg alsóbb- és felsőbbéves hallgató programozóként nyújt hasznos segítséget a tanszemélyzetnek a tudományos problémák megoldásában.

Az oktatáson és a kutatáson túl a DIR a szórakozásban is komoly szerepet játszik. A programkönyvtárban számos játék is található, ezek többségét diákok írták. Az egyik kedvenc a rögbi. Ebben a felhasználó kezeli a Dartmouth csapatát, a gép a másik csapatot, és a játék menetét is a gép szimulálja (azaz, meghatározott valószínűségek szerint megadja, hogy mi történik egy adott pillanatban a pályán). Mivel a komputerek nagyon jól tudják imitálni a véletlen eseményeket, a program eredménye élvezetes, a valósághoz hű rögbimeccs lesz.

Két mérkőzés még akkor sem hasonlítana egymásra, ha azonos helyzetben mindig ugyanazokat a folytatásokat kérnénk. A pálya egy adott pontjáról egy hosszú passz az

egyik alkalommal sikerül, és a labda harminc métert jut előre, máskor nem sikerül, vagy az ellenfél közbelép, vagy a játékost közben felvágják stb. Sok más sporthoz is készítettek ilyen szimuláló játékot, de léteznek bridzsezni tanító programok éppúgy, mint ahogy képzeletbeli tétekre menő hazardjátékokat is lehet játszani a géppel.

Dartmouthban nem tekintjük ezeket a szórakoztató alkalmazásokat léha időtöltésnek. Először is jó kikapcsolódási lehetőséget jelentenek a kollégiumi lakónegyedben. Ami azonban ennél fontosabb, sok kezdő felhasználó számára a komputer elleni játék lehetősége döntő tényező azoknak a gátlásoknak a feloldásában, amelyek visszatartják az embereket attól, hogy szabadon használják a gépet. Büszkék vagyunk arra, hogy a dartmouthi diákok egy kis „hencegés” céljából szívesen randevúznak a számítóközpontban. És miközben „elővesznek” néhány játékot, minden bizonnyal el is dicsekednek saját készítésű programjaikkal.

Az itt leírt alkalmazások között sok olyan is van, amelyek „sima” számítások, és így kötegelve is feldolgozhatók lennének. Más esetekben azonban lényegesen kihasználjuk az időosztásos rendszer kommunikációs lehetőségeit. Például, egy könyvtári program lehívásakor a gép útmutatást ad a felhasználónak, hogyan dolgozzon a programmal. Sok könyvtári programnál a gép időről időre további információt kér, amelyre az adott probléma megoldásánál szüksége van. A játékokat egyáltalán nem tudnánk megvalósítani az időosztásos rendszer nélkül.

A rögbijátékban valahányszor Dartmouth csapatához kerül a labda, a komputer megkérdezi, hogy a felhasználó milyen folytatást akar, és utána közli a fejleményeket. Egy

DARTMOUTH RÖGBI

(A „FOLYTATÁS” után álló számokat a felhasználó gépelte be.)
HOSSZÚ ÁTADÁS, BEFEJEZETLEN. NEM JUT ELŐRE A LABDA.

LABDA A YALE 20 YARDOS VONALÁN. HÁRMAN A FÖLDÖN.

MÉG 12 YARDOT KELL MEGTENNI.

GYORS KIRUGÁS. 38 YARDOS FELSZABADÍTÓ RÚGÁS.

LABDA A DARTMOUTH 42 YARDOS VONALÁN.

DARTMOUTH SZERZI MEG A LABDÁT.***

FOLYTATÁS? 3

RÖVID ÁTADÁS, SIKERÜLT. 10 YARD ELŐREJUTÁS.

LABDA A YALE 48 YARDOS VONALÁN.

DARTMOUTH SZERZI MEG A LABDÁT.***

FOLYTATÁS? 2

CSELEZÉS. 10 YARD ELŐREJUTÁS.

LABDA A YALE 38 YARDOS VONALÁN.

DARTMOUTH SZERZI MEG A LABDÁT.***

FOLYTATÁS? 4

HOSSZÚ ÁTADÁS. SIKERÜLT. 31 YARD ELŐREJUTÁS.

LABDA A YALE 7 YARDOS VONALÁN.

DARTMOUTH SZERZI MEG A LABDÁT.***

FOLYTATÁS? 1

1 YARD ELŐREFUTÁS.

LABDA A YALE 6 YARDOS VONALÁN.

KETTEN A FÖLDÖN. GÓL KÉSZÜLŐDIK.***

FOLYTATÁS? 2

CSELEZÉS. GÓL.

JÓ AZ ÚJRAKEZDÉS.

EREDMÉNY: 7:0

tizenöt perces mérkőzés alatt a felhasználó mintegy harmincszor dönthet a folytatásról, és megkapja ezek eredményét a másik csapat tevékenységével együtt. Érdeemes megjegyeznünk, hogy noha a meccs egy negyedóraig tart, az

idő legnagyobb részében a játék menetét írja ki a komputer és a tényleges számítási idő két másodpercnél is kevesebb. Az a tény, hogy az ember tizenöt perces kitűnő (és nagyon szórakoztató) szolgáltatást kap, miközben nem egészen két másodperc gépidőt használt fel, jól szemlélteti, hogyan gondoskodhat a DIR egyszerre száznál több felhasználóról.

Nemrégiben újabb képességgel bővült a DIR. Lehetővé vált, hogy két vagy több embert összekapcsoljanak ugyanazzal a programmal. Ezáltal közösen tudnak dolgozni ugyanazon a problémán, és a komputeren keresztül érintkeznek egymással. Először játékokra alkalmaztuk ezt. A rögbijáték egy új változatánál két különböző ember ül a két terminálnál, és kezeli a szemben álló csapatokat. Míg az egyikük támad, a másik védekezik. Ennek a multi-táv-írógépes kapcsolatnak több oktatási alkalmazását is tervbe vettük, például gazdasági játékoknál és kisebb csoport-kísérleteknél, de egyelőre csak igen halvány elképzelésünk van arról, mire képes egy olyan együttes, amely néhány emberből és egy komputerből áll.

A DIR technikai leírása

Azok számára, akiket érdekelnek az időosztásos rendszer technikai részletei, most leírjuk a DIR-t ebből a szempontból. (Akik az ilyen leírásokra nem kíváncsiak, nyugodtan átugorhatják ezt a részt, anélkül hogy ez a folyamatos megértést zavarná.) A berendezés leírásával kezdem, a vázlatos bemutatás már megtörtént a 40. oldalon levő diagram segítségével. A különféle memóriák nagyságáról beszélve alapegységként a harminchat „bites” „szót” fogom hasz-

nálni: mindegyik bit egy 0-ás vagy 1-es számjegyet jelent, és egy ilyen szóba vagy egy utasítás, vagy egy kilencjegyű szám, vagy egy hatbetűs (valódi) szó fér bele.

A DIR-ben sokféle terminál fordul elő. A legáltalánosabb a 33 típusú távgépíró, amelyet a gazdasági életben is széleskörűen alkalmaznak. Ez a leglassúbb, de egyben legolcsóbb készülék. Másodpercenként maximálisan tíz jelet tud írni. Különféle gyorsabb és szebb terminálok is vannak, köztük olyan írógépek is, amelyek sebessége másodpercenként tizenöt–harminc jel, és kis- és nagybetűkkel egyaránt rendelkeznek. Még gyorsabb terminálok a katód-sugárcsőves típusúak. Bármelyik terminálhoz lehet rajzoló szerkezetet is csatlakoztatni, ha a feladat egy pontos ábra elkészítését is magában foglalja.

A kommunikációs komputer két GE Datanet-30-ból áll, ezek mindegyike egy nyolcezer szavas memóriával rendelkezik. A memóriáknak körülbelül a felét az a program foglalja el, amelynek segítségével a Datanet-ek a különféle kommunikációs terminálokat kezelik. A fennmaradó rész input és output közlemények pufferjául szolgál. Százhatvan vonalat kötöttünk be a két Datanet-hez, de sohasem használtunk ennyit egyszerre. A rekordfelhasználás eddig százhusz vonal volt, de tudjuk, hogy százhusz szimultán felhasználó még nem terheli le teljesen a rendszert.

A központi egység két GE– (most Honeywell–) 635-ösből áll. Ezek nagyteljesítményű modern gépek. Egyikük a „főnök”, a másik a „beosztott” szerepét játssza. Ez azt jelenti, hogy az utóbbinak teljesítenie kell az elsőnek a parancsait. A főnök gyakorolja a teljes végrehajtó hatalmat, nevezetesen ő ütemezi a munkákat és osztja el a nagysebességű memóriát a felhasználók között. A munkák elvégzé-

sére a beosztott gép teljes ideje és a főnök idejének körülbelül a fele áll rendelkezésre. A nagysebességű memória 160 ezer szavas, az alap ciklusidő egy mikroszekundum. A háttérmemória két teljesen különböző részből tevődik össze. Az egyik egy nagysebességű dob, amelyre háromnegyed millió szó fér. Ez az a bizonyos „piszkozat”, amelyre a sematikus leírásban utaltunk. A hosszú távú tárolást két IBM 2314-es végzi, ezek együttes kapacitása 72 millió szó.

A perifériák közt találunk egy kártyaolvasót és egy kártyalyukasztót, ezeket azonban alig használják a DIR-ben. Hat mágnesszalag-kezelő egység van, amelyeket elsősorban az információk megóvásánál alkalmaznak. A percenként ezerkétszáz sort író gyorsnyomtató nagytömegű outputok esetén lép működésbe.

Vizsgáljunk meg a DIR teljesítménymutatói közül néhányat. Először is a duplagépes központi egység körülbelül 10 millió szorzást tud elvégezni percenként. Természetesen a felhasználóknak ennél kevesebb jut. Száz szimultán felhasználó esetén a gép teljes idejének mintegy 40 %-át fordítja a tényleges számításokra, 25 % szükséges a különféle adminisztratív tevékenységekhez, a fennmaradó 35 % pedig „üresjárat”. Ez a statisztika bővebb magyarázatra szorul.

Az üresjárat bizonyos körülmények között adódhat abból, hogy nincs elég felhasználó, aki megtömje a gépet feladatokkal. Teljes terhelés esetén azonban a magyarázat egészen más. A nagysebességű memóriában (a „magban”) az aktív munkáknak csak egy kis töredéke fér el egy időben. Ezért a legkiválóbb ütemező algoritmusok mellett is gyakran előfordul, hogy a magban levő munkák mind egyszerre érnek véget, vagy mindegyik valamilyen input/out-

put művelet eredményére vár (például információt kell beolvasni a háttérmemóriából). Emiatt az üresjárat miatt sokan bírálják az időosztásos rendszereket. Tapasztalataink azonban azt mutatják, hogy ezt a veszteséget kiegyenlítik azok a komoly nyereségek, amelyeket egy interaktív működő számítógéprendszer tesz lehetővé. Nemcsak pszichológiailag jelent sokat, hogy addig ülhetünk a komputernél, amíg a munkát el nem végeztük, hanem ez jelentős megtakarításokat eredményez a gépidőben is. A kötegelt feldolgozásnál, amikor a felhasználó a programját „bogarássza”, gyakran hosszú lepedőket irat ki a memóriából, hogy a hibáit kielemezhesse, és ezt hasznos gépidőként könyvelik el. Az időosztásos rendszerben nincs szükség ilyen lepedőkre. Mivel a felhasználó tudja, hogy percenként akár többször is fordulhat a géphez, a hibái kijavításához csak minimális mennyiségű információt kér, és ezért a program javíthatása az időosztásos rendszerben sokkal kevesebb gépidőt igényel, mint a kötegelt feldolgozásnál. Szilárd meggyőződése, hogy gépidő-kihasználás szempontjából az időosztás éppoly hatékony, mint a kötegelt feldolgozás, a felhasználó ember szempontjából pedig kétségkívül sokkal kényelmesebb és kellemesebb.

Az adminisztratív tevékenységekre jutó 25 %-nyi gépidő sok különböző feladat elvégzésére szolgál. Ilyenek a felhasználóval folytatott kommunikáció, a munkák ütemezése, az átpakolások a központi memóriából a háttérmemóriába és vissza, és számos egyéb olyan tennivaló, ami tulajdonképpen a rendszer önköltségéhez tartozik. Az adminisztratív szolgáltatások sok esetben a felhasználó érdekében történnek, költségeik áthárítása nagyon nehéz. Ezek közül a legfontosabbak, hogy a gép kielemezze az utasításo-

kat, a felhasználó rendelkezésére bocsátja a rendszer adottságait, és ellátja az összes szerkesztői teendőket. Ha például a felhasználó néhány javítást eszközöl, akkor az „adminisztrációnak” elő kell keresnie a régi program egy másolatát, és abban több helyen törlést, beszúrást vagy módosítást kell végrehajtania. Mivel mindezt egyetlen „titkárnőegység” végzi el nagy sebességgel, adminisztratív tevékenységnek számít.

Végül, a gépidő 40 %-át közvetlenül a fogyasztók kapják. Mivel ez percenként 4 millió szorzásnak felel meg, még száz felhasználó esetén is percenként 40 ezer szorzás az egy főre jutó gépi kapacitás. Amint azt tapasztalatból tudjuk, az esetek többségében ennyi bőségesen elegendő.

Térjünk át a háttérmemória kérdésére. Még két évvel ezelőtt is a DIR háttérmemóriája csak 20 millió szavas volt, és állandó helyhiánnyal küszködött. Most 72 millió szavas, és noha jelentősen megnőtt a rendszer terhelése, a jelek szerint ez a memória már elegendő.

Ebből majdnem 30 millió szó „fenntartott hely”, ide a rendszer programjainak a másolatai, a programkönyvtár, a felhasználók katalógusa, és nagyméretű adatbázisok kerülnek. Így több mint 40 millió szó marad a felhasználók programjai számára. Évente több mint 14 ezer ember használja a DIR-t. Nincsen pontos számadatunk arról, hány felhasználó tétet félre programot, de jogos becslésnek tűnik, hogy egy adott pillanatban mintegy 8 ezer ilyen programot őriz a gép. Ez azt jelentené, hogy egy felhasználónak átlagosan 5 ezer szó áll rendelkezésére a háttérmemóriában, és ez sokkal több, mint amire a felhasználók túlnyomó részének szüksége van. Egy elsőéves hallgató 2 ezer szót kaphat a memóriából, de legtöbbjük sohasem érzékeli ezt a

korlátozást. Ekkora helyen ugyanis remekül elfér akár féltucat jókora program is, és ennél többre kevés diáknak van valaha is egyszerre szüksége.

Egy kis további statisztika is érdeklődésre tarthat számot. Például, noha a DIR sok nyelven beszél, a többi között FORTRAN-t, ALGOL-t, és COBOL-t, a programok 98%-a mégis BASIC-ben készül, és a számítástechnikai szakemberek is legtöbbször ezt a nyelvet használják. Egy különösen forgalmas napon a délutáni csúcsidőben átlagosan száz szimultán kérelemmel foglalkozott a gép, a reggel nyolc és déli egy óra közötti átlag 86 volt, a napi rekord pedig 111. Ezen a napon a rendszer három másodpercenként végzett el egy munkát, összesen 19 503-at. Nagyon kevés „köteget” rendszer tudja megközelíteni ezt a teljesítményt. Noha ezernél is több feladat igényelt lényeges gépidőt (azaz legalább tíz másodpercet), azért sikerült ezzel a nagy tömeggel elbánni, mert a munkák 78%-ánál csak egy másodpercre vagy még kevesebbre volt szükség. A felhasználók háromnegyed része egy fél órát sem töltött el a terminálnál, és ezalatt kevesebb mint négy másodpercre vette igénybe a központi egységet. Az „adminisztráció” másodpercenként átlagosan egy utasítást hajtott végre, ezek zömmel az alábbi kategóriákba estek (fontossági sorrendben):

1. Teljesítsd a programot.
2. Írj egy új programot vagy keress elő egy régit.
3. Őrizz meg egy programot.
4. Írd ki a programot.
5. Lásd el a szerkesztői tennivalókat.

Ezen a nagyon forgalmas napon 3197 új fogyasztó „iratkozott fel”.

Értékelés

Az időosztás megteremtette annak a lehetőségét, hogy a komputereket az emberek milliói használják. Az időosztásos rendszerek ma még csak oktatási intézményekben és komoly nagyvállalatoknál találhatók meg. Itt azonban bárki, aki veszi magának a fáradságot, hogy megtanuljon egy egyszerű programozási nyelvet, közvetlenül hozzájuthat a géphez. Saját komputer üzembe állítása még mindig meglehetősen drága, részben azért, mert a terminálok fejlődése nem tartott lépést a gépek fejlődésével. Azonban bárki beszerezhet az otthonába egy saját terminált, napi egy óra használatra, és ez nem kerül többbe, mint egy luxusautó fenntartása. A következő két évtizedben az árak minden bizonnyal jelentősen csökkennek, és így elég általánossá válnak majd a házi terminálok.

Ami ennél is fontosabb, a gépek használata ma már annyira egyszerű, hogy programozási jártasságot szerezni semmivel sem nehezebb, mint megtanulni, hogyan igazodjunk el egy nagy könyvtárban. Várható, hogy egy emberöltő múlva az egyetemisták már rutinszerűen tudják, hogyan használjanak egy nagysebességű számítógépet. Ez pedig forradalmasíthatja azokat a módszereket, amelyekkel az emberek a szellemi munkák elvégzéséhez nekilátnak. A későbbi fejezetekben megvizsgálunk néhány ilyen következményt.

És végül, az időosztás a számítástechnika új távlatait nyitja meg előttünk: az ember és a gép most már közvetlenül érintkezhet, és közösen dolgozhat. Még éppen hogy csak belekóstoltunk ezekbe az új lehetőségekbe. Mindkét fajban egy új nemzedéknek kell felnőnie ahhoz, hogy a szimbiózis kölcsönös előnyei teljesen megvalósuljanak.

4. Munkamegosztás

A komputer szemével nézve

Az előző fejezetben megvizsgáltuk az időosztást az ember szempontjából. Hasznos lesz, ha más perspektívából, a komputer szemszögéből tekintjük a kérdést. Mivel az emberi tudat nagyon nehezen tudja elképzelni a számítógépek hihetetlen sebességét, egy analógiával fogok élni.

Tegyük fel, hogy űrutazók magasabb rendű élőlényekre bukkannak. Ezek a bolygólakók sokkal értelmesebbek az embernél, az anyagcseréjük viszont lényegesen lassúbb. Felismerjük, mennyire a problémák mélyére látnak és reméljük, hogy segítenek nekünk olyan feladatok megoldásában, amelyek az ember számára egyelőre megközelíthetetlenek. Másfelől azonban olyan rettenetes lassúak, hogy támaszkodniuk kell a mi sokkal gyorsabb reagálásunkra ahhoz, hogy valami tényleg el is készüljön.

Konkréten, tegyük fel, hogy szellemi rutinfeladatokból (például számolásból) az ember egy óra alatt old meg annyit, amennyit ezek a lények száz év alatt. Bámulattal adóznak számológépművészetünknek, de egyben le is nézik alacsonyabb rendű intelligenciánkat, amely rutinfeladatok megoldásában merül ki, és hiányzik belőle az ő mély problémalátó képességük.

Tegyük fel, hogy az ember elmegy dolgozni egy ilyen

lényhez, remélve, hogy annak magasabb intelligenciáját kiegészítheti az ő nagyobb sebessége. A dolog egészen rosszul sül el. Először is két évig tart, amíg a bolygólakó megfogalmazza a problémát partnere számára. Az ember rögtön nekilát a munkának, és a szükséges számításokat és okoskodásokat néhány hét alatt elvégzi. Miután átnyújtotta az eredményeket, ismét hónapokig vagy évekig kell várnia, amíg a bolygólakó megemésztí ezeket, és újabb javaslatokat tesz. Az ember természetesen úgy érzi, hogy elpocsékolja a tehetségét. Ezért egy egész bolygólakó törzsnek ajánlja fel a szolgálatait, és úgy találja, hogy száz főnek a kívánságait is ki tudja elégíteni.

Az analógiában szereplő egyes „munkaidőkkkel” kapcsolatban az alábbiakat teszem fel. A bolygólakónak három hónaptól öt évig terjedő időre van szüksége egy új kérés előterjesztéséhez. Ez függhet attól, mennyire találja használhatónak az emberi eredményeket, és milyen mélyen akar elgondolkozni a következő lépésen. Az átlagos „forgási idő” legyen, mondjuk két év. A feladatot az ember esetleg már egy nap alatt megoldja, de harminc napon belül biztosan be tudja fejezni. A szükséges időt vegyük átlagosan egy hétnek. Ilyen feltételek mellett az ember jól ki tud elégíteni száz magasabb intelligenciájú lényt.

Stratégiája a következő. Néhány napig foglalkozik egy adott problémával, és megnézi, hogy gyorsan meg tudja-e oldani. Ha igen, akkor megadja az eredményeket, és áttér egy újabb feladatra. Ha nem sikerült a munkát befejeznie mondjuk öt nap alatt, akkor egy darabig félreteszi a számításokat, és egy másik bolygólakó kérésén kezd dolgozni. Nem érdemes mindegyik feladattal addig foglalkoznia, amíg a teljes megoldást meg nem kapja, mert lehet, hogy

egy nehezebb kérdésnél ez harminc napig is eltart, míg a következő munka esetleg egyetlen nap alatt elvégezhető. Mivel a fő célja az, hogy minél jobb szolgáltatást nyújtson a megbízóinak, megpróbálja a rövid munkákat olyan gyorsan elvégezni, amilyen gyorsan csak lehet. Ha egy teljes hónapot vesznek igénybe a szükséges számítások, akkor a megbízó nyugodtan várhat többet is, de az, akinek egy nap alatt megoldható a problémája, hamar szeretné a választ megkapni.

Kipróbáltam egy ilyen rendszert a számítógépen (az ún. szimuláció segítségével, amelyről a 11. fejezetben lesz szó), és úgy tűnik, hogy emberünk kitűnő szolgáltatást tud nyújtani mind a száz munkaadónak. Húszéves időszakra szimuláltam ennek a „munkaközösségnek” a működését, és úgy találtam, hogy egy bolygólakónak átlagosan két hónapig kell várnia az eredményre. Mivel utána hónapokig vagy évekig töpreng a további tennivalókon, ez nagyon gyors szolgáltatásnak tekinthető. Húsz év alatt egy bolygólakó átlagosan kilenc-tíz munkát tud elvégeztetni az emberrel. Mivel átlagosan két évig gondolkoznak a következő lépésen, világos, hogy ez a szolgáltatás nem javítható lényegesen. A bolygólakók idejük több mint 90 %-át elmélkedéssel töltik, és kevesebb mint 10 % az, amíg az eredményekre várniuk kell. Ez nagyon termékeny munkakapcsolatot jelent.

Emberünk az idő legnagyobb részében el van foglalva. Időnként néhány hónap restanciája is összegyűlhet, de általában csak egy féltucat megbízással kell egyszerre foglalkoznia, mert ezek az értelmes lények emberi mértékkel mérve olyan borzasztó lassan döntenek el, mi legyen a következő lépés. Öt különböző kísérletet végeztem a húszéves

periódus szimulálására. Azt találtam, hogy a legjobb esetben emberünknek a huszadik év végén nem volt hátraléka, a legrosszabb esetben pedig tizenegy munkája maradt függőben, és a lemaradás három és fél hónapos volt. A leglassúbb bolygólakó mindössze négy feladatot végeztetett el a húsz év alatt, egyesek viszont, akik „gyorsan” reagáltak az emberi eredményekre, tizenhét munkát is be tudtak fejezni, ami rendkívüli teljesítmény ezeknek a lassú lényeknek az időmértéke szerint.

Ha most az olvasó emberünket a komputerrel, a bolygólakót az emberrel helyettesíti, a szereplő időket pedig milliomodrészükre csökkenti, akkor megérti, hogyan fest az időosztás a komputer szemével nézve.

A kommunikáció kérdése

Folytassuk tovább az analógiát, és vizsgáljuk meg, hogyan érintkezzen a két faj egymással. Először is világos, hogy érdekesebb az embernek megtanulnia a lassú, de értelmes bolygólakók nyelvét, mint fordítva. Egy bolygólakónak ugyanis nagyobb intelligenciája mellett is több száz évig tartana, amíg az emberek nyelvét elsajátítaná. Egy embertől viszont elvárható, hogy egy hónap alatt elsajátítsa egy új nyelv alapjait. Lehetséges, hogy az ember a bolygólakók nyelvének bonyolultabb szerkezeteit és finom árnyalatait fel sem tudja fogni. Az együttműködéshez azonban elegendő a nyelv egyszerűsített változata. Pontosan ez a helyzet, amikor a komputert egy olyan nyelvre tanítjuk meg, amelyen például a BASIC.

A kommunikációban azonban az igazi nehézséget nem

a nyelv kiválasztása jelenti, hanem annak az eldöntése, milyen gyakran tegyen a komputer jelentést nekünk és mely részeredményekről számoljon be ezekben. Térjünk vissza az analógiánkhoz, hogy megvilágítsuk ezt a kérdést.

A bolygólakók nem kísérhetik figyelemmel az ember ténykedésének részleteit, mert örökké tartana, amíg elmélyednének olyasvalamiben, ami az ő szemükkel nézve irdatlan számhegy. Ezért a feladatot az emberre bízzák, és megmondják neki, hogy amikor egy bizonyos ponthoz érkezett, számoljon be az eredmények legfontosabb tulajdonságairól. Az a dilemmájuk, hogy ha túl gyakran kérnek jelentést, akkor hónapokat vagy éveket töltenek el az eredmények elemzésével, és ez jelentősen késlelteti a munkát. Másrészt azonban, ha az embert túl sokáig hagyják a saját szakállára dolgozni, akkor fennáll annak a veszélye, hogy a munka nagy része hiábavaló, mert egy korábbi stádiumban, átlátva a lényegét, a bolygólakók egy gyümölcsözőbb útra irányíthatták volna munkatársukat. Gyakran morognak is, hogy bárcsak az ember egy kicsit is értelmesebb lenne, és értékelni tudná a saját munkáját, megkímélve ezzel a megbízóit egy csomó gondtól. Az ember erre azt válaszolhatja, és nem is minden alap nélkül, hogy ha ő is olyan jól látná a problémák lényegét, mint a bolygólakók, akkor nem szorulna segítségre.

Újabb dilemma előtt állnak a bolygólakók, amikor azt kell eldönteniük, milyen részletes információt kérjenek az embertől. Ha nagyon részletesen kapják az eredményeket, akkor évekig tart ezek feldolgozása. Ha viszont csak néhány kiugró támpontot kérnek, akkor esetleg éppen egy olyan eredményt dobnak el, amelyet a legjobban tudnának hasznosítani.

A legvalószínűbb az, hogy a bolygólakók „próba szerencse” módszert választanak. Találomra megállapítják, milyen gyakran és mely eredményekről informálja őket az ember. Ha azután a munka lassabban halad, mint gondolták, akkor legközelebb azt mondják partnerüknek, hogy dolgozzon néhány nappal tovább, és csak utána adjon tájékoztatást. Ha úgy érzik, hogy munkatársuk mellékvágányra tévedt, akkor arra kérik, hogy kezdje előlről a munkát, és tegyen gyakrabban jelentést. Hasonló „próba szerencse” módszert alkalmaznak annak az eldöntésénél is, hogy milyen részletes legyen a beszámoló. Itt is előfordulhat, hogy valamelyik munkát meg kell ismételni, és részletesebb tájékoztatást kell kérni.

A bolygólakók dilemmái a valóságban pontosan a komputerrel dolgozó ember dilemmái. Ha a gép tevékenységét gyakran ellenőrizzük, akkor jelentősen lelassítjuk a munkát. Ha viszont túl ritkán nézünk utána, akkor esetleg utólag derül ki, hogy a számítások fele teljesen hiábavaló volt. Ha csak a legfontosabb adatok közül íratunk ki néhányat, akkor elkerülheti a figyelmünket egy olyan váratlan tényező, ami módosítaná gondolatmenetünket. Ha pedig nagyon részletesen kérjük az eredményeket, akkor hosszú lepedőket kell átböngésznünk, és ez a legkevésbé sem mondható gazdaságos és hatékony emberi tevékenységnek. Ezért „próba szerencse” módszert alkalmazunk, és szükség esetén nem habozunk a komputert visszaküldeni, hogy újra végezzen el valamilyen számítást, és közölje részletesebben az eredményeket.

Nem tettünk le természetesen arról, hogy megpróbáljuk a komputert megtanítani, hogyan értékelje ki egy kicsit okosabban a saját eredményeit. Az lenne az igazi, ha

azt mondhatnánk, hogy menjen és dolgozzon, ameddig csak kell, és ne zavarjon bennünket, amíg valami érdekes nem adódik. Ha valami érdekeset talál, akkor szóljon. Ennek a csábítóan hangzó receptnek az egyetlen szépség-hibája, hogy meg kellene tudnunk magyarázni a gépnek, mikor tekintsen egy eredményt érdekesnek.

Nagyon sokat foglalkoztak azzal, hogy a komputereket megpróbálják megtanítani egy magasabb értelmi szintre. Ezek az ún. „mesterséges intelligencia”-kísérletek. A 60-as évek megmutatták, hogy ez a feladat sokkal nehezebb, mint ahogy azt a „mesterséges intelligencia” egyes apostolai hitték. Noha több említésre méltó siker is született, ezek sok esetben iszonyú mennyiségű emberi erőfeszítést követeltek, és a gépnek is riasztóan sok munkájába kerül egy emberi értelem szimulálása. Gyakran odáig fajul a helyzet, hogy az egész dolog egyszerűen nem éri meg a fáradságot.

Például, különféle kutatócsoportok megtanították a gépet, hogy valamelyest tudjon bánni matematikai képletekkel, mondjuk az elsőéves analízis szintjén. Ez lehetséges is, de bőven előfordul az, hogy az ember által befektetett rengeteg munka ellenére a komputer nem oldja meg gyorsabban ezeket a feladatokat, mint maga az ember. Tekintve a komputerек hatalmas sebességelőnyét, világos, hogy a gép valahogyan „rossz módszerrel” kezeli ezeket a feladatokat. A sors iróniája, hogy amit az elsőéves hallgatók a legnehezebbnek találnak, például elsajátítani a differenciálás alapszabályait (különösen a láncszabályt), az mind nagyon egyszerű a komputernek, viszont ami a hallgatóknak triviális, az a komputer számára nagyon nehéz. Érdeemes megjegyeznünk, hogy gyakran jóval tovább tart a gépnek a kapott válasz egyszerűsítése, mint magának a válasznak

a megtalálása. Nincsen még számítógépes megfelelője annak az emberi készségnek, hogy „csak ránézünk a képletre, és észreveszünk néhány egyszerűsítési lehetőséget”.

Akár a bolygólakós analógiát, akár a valóságos ember-gép-kapcsolatot nézzük, világos, hogy mindig a magasabb intelligenciáé a döntés felelőssége. Ha rossz eredményt kapunk, az a mester hibája, és nem az inasé. Elvégre a bolygólakók tisztában vannak az ember lehetőségeivel és korlátaival, fordítva azonban ez nem igaz. Ezért a bolygólakóknak kell megtervezniük a megoldási eljárást, és teljesen világos utasításokkal kell ellátniuk az ember-inast, mit és hogyan csináljon. Az utasításokat lehetőleg úgy kell megfogalmazniuk, hogy az ember világosan felismerje, mikor ért célhoz. Óvintézkedésként azt is meg kell mondaniuk, hogy az ember figyeljen néhány típushibára, ami munka közben adódhat. Mivel a bolygólakók sohasem tudhatják biztosan, hogy a javasolt eljárás tényleg célhoz vezet-e, ezért határidőt szabnak. Ez általában lényegesen hosszabb, mint amennyi idő alatt az ember a becslésük szerint a feladatot meg tudja oldani. Ha az ember ennyi idő alatt nem boldogult a problémával, akkor valószínűleg valami baj van a számítással, és az értelmesebb lényeknek meg kell vizsgálniuk az eredményeket.

Irányvonalak

Remélem, hogy az olvasó nem találta teljesen kielégítőnek az előbbi pontot. Én sem találom annak. Sokkal világosabb irányvonalakat szeretnénk látni, hogyan is dolgozzon együtt az ember és a gép. Ilyenek azonban egyelőre nincse-

nek. Úgy érzem, nagy szükség lenne arra, hogy több szakember folytasson intenzív kutatásokat az ember és a gép közötti legjobb együttműködési módszerek kidolgozására.

Mindamellett, néhány „igent” és „nemet” már most is mondhatunk. Először is, nincs értelme, hogy az ember végezzen el olyan munkát, amelyet a komputer egy pillanat alatt megcsinál. Jó példa erre az a szabály, hogy egy modern időosztásos rendszerben nem kell sok száz oldalnyi outputot kinyomtatni. (Ilyesmi a köteget feldolgozásnál gyakran előfordult.) Végül is, mit tud csinálni az ember ezzel a papírtömeggel azonkívül, hogy mechanikusan átböngésszi egy-két fontos következtetés céljából? Sokkal egyszerűbb, ha magát a gépet utasítjuk ennek az elvégzésére, és csak összefoglaló jelentést kérünk tőle.

Másrészt, annak sincs értelme, hogy napokig tanítsuk a komputert egy olyan feladatra, amelyet egy óra alatt magunk is meg tudunk oldani. A számítógép-tudomány jelenlegi szintjén a legtöbb „mesterséges intelligencia”-kísérlet ebbe a kategóriába tartozik. Persze ez alól a szabály alól is van kivétel: ha ugyanazt a feladatot az embernek újra és újra el kell végeznie, akkor nagyon is érdemesnek látszik ehelyett néhány napot azzal tölteni, hogy erre a munkára betanítsunk egy komputert. Olyan meggondolásból is érdemes jelentős energiát fordítani a gépek „értelmi képességeinek” a javítására, hogy ez esetleg később kamatostul megtérül.

Programok írásánál fontos irányvonal az a szabály, hogy előre át kell gondolnunk, milyen eredményeket várhatunk a géptől, és mely eredményeket írassuk ki ahhoz, hogy le tudjuk vonni a szükséges következtetéseket. Legdurvábban akkor sértjük meg ezt a szabályt, ha – mint már emlí-

tettem – egy sok számolást igénylő hosszú programot írunk, de elfeledkezünk a válasz kinyomtatásáról. Lehet, hogy ez nevetségesen hangzik, de már minden felhasználóval megesett. Még általánosabb az a hiba, ha olyan kevés eredmény közlését kérjük, amiből csak azt tudjuk megállapítani, hogy további tájékoztatásra van szükségünk. Ez általában azt jelenti, hogy a gépnek dupla munkát kell végeznie. Hogy egy output túl kicsi vagy túl nagy, az a probléma típusától függ. Ez a dilemma mindenestre megérdemli, hogy a jövőbeli kutatások alaposan foglalkozzanak vele.

Azzal a ténnyel is szembe kell néznünk, hogy ha a géppel több millió számítást végeztetünk, akkor nagy a valószínűsége annak, hogy „valami baj lesz”. Ezért számos ellenőrzési pontot kell beépítenünk a programba, hogy rögtön nyakon csíphessük a hibákat. E kontroll nélkül csak azt tudnánk, hogy a végeredmény teljesen zöltség, és semmi se vezetne a hiba nyomára. Persze, semmilyen kontroll sem százszázalékos. Ha azonban elég sok ellenőrzési pontunk van, akkor a kijövő válaszok már nagy valószínűséggel helyesek lesznek. A problémát itt az okozza, hogy egy ember rendkívül nehezen tudja előre látni az összes „bajt”, ami több millió számítás közben adódhat.

A modern programozási nyelvekbe számos ilyen ellenőrzési pontot iktattak be. Más szóval, bizonyos katasztrófák esetén a gép automatikusan informálja a felhasználót. Például, azonnal jelez, ha negatív számból kellene négyzetgyököt vonnia. De miért adna valaha is az ember ilyen utasítást a komputernek – kérdezhetjük. Ez azonban azt jelenti, hogy nem látjuk tisztán az alapvető kommunikációs nehézséget. Egy adott programban, egy adott helyen,

lehet, hogy egy millió számítás elvégzése után, a gépnek egy x -szel jelölt számból kell négyzetgyököt vonnia. Az a bökkenő, hogy a komputer csak a millió lépés után kapja meg az x értékét, és az elején a programozónak fogalma sem volt arról, hogy ez mi lesz. Feltehetően, ha a gépet arra utasította, hogy az x -ből vonjon négyzetgyököt, akkor azt gondolta, hogy az x pozitív lesz. Éppen ezért, ha a millió számítás után az x negatívnak adódik, akkor nagyon helyesen teszi a komputer, hogy rögtön szól a felhasználónak és meg is áll, mert valószínűleg valami komoly baj van.

Ez egyszerű és világos példa. A géppel való érintkezésben a problémát az okozza, hogy egyelőre csak a legegyszerűbb döntések meghozatalára sikerült megtanítanunk a komputert. Szeretnénk, ha a gép közölni tudná, hogy mikor állunk közel a megoldáshoz, és mikor nem jutottunk semmire. Szeretnénk, ha különböző sémák ezreit tudná megvizsgálni, és ebből kiválasztani a legérdekesebbeket. Szeretnénk, ha meg tudná találni mind a logikai, mind a szintaktikus hibákat az utasításokban. Egyszóval azt szeretnénk, hogy a komputer okosabb legyen. De lehet, hogy ez az a teher, amelyet nekünk, intelligensebb lényeknek viselnünk kell. És talán vigasztalást nyújthat, hogy a komputerek „eszesítésében” való nagyon lassú haladás biztosítja azt, hogy mi emberek nem avulunk el túl gyorsan.

5. Segítőtárs vagy élősködő?

Vélemények a komputerről

Az emberek zöme elismeri, hogy a komputerek olyan új csodabogarak, melyek komoly hatást gyakorolnak az életünkre. Az a gyanúm azonban, hogy a komputer fajt legtöbbször inkább veszélyes partnernek, mintsem szimbiótának tekintik. Miért alakult ki ennyire negatív kép a számítógépekről?

Először is a komputerek kiválóan alkalmasak a bűnbak szerepére. A nővérem mesélte, hogy egyszer bement egy Long Island-i áruházba, ahol már évek óta szokott vásárolni, és megkérdezte az elárusítónőt, hogy egy bizonyos árucikk van-e raktáron. Nem tudom megmondani – felelte a lány –, mert egy számítógép tárolja az ilyen információt. A nővérem elég jól ismeri a komputereket, és így tudja, hogy általában azért vannak, hogy jobb legyen a tájékoztatás, és nem pedig rosszabb. Azt is elmondta még, hogy ez a lány azelőtt sohasem tudott válaszolni semmiféle olyan kérdésre, hogy ez vagy az van-e raktáron, és így most nyilván boldog, hogy saját tudatlanságáért a számítógépet okolhatja.

A komputerrel szemben egy sokkal mélyebb ellenérzés az, amit a következő gyakori panaszban összegezhetünk: „Számokat csinálnak belőlünk.” Ezt jogos panasznak te-

kintem. A probléma valójában nem a komputerek létéből fakad, hanem abból, hogy a kezdeti időszakban a gépek használata primitív volt. Ha egymillió embert akarunk nyilvántartani (például egy áruház vásárlóit vagy egy város lakóit), akkor sokkal hatékonyabb numerikusan kódolni őket, mint a nevek szerint rendszerezni. A nevek az azonosításhoz gyakran nem elegendőek, de egyben sok felesleges dolgot is tartalmaznak. Sokszor előfordul, hogy két embert ugyanúgy hívnak. Egy hosszú nevet könnyen félreérthetünk. Ezenkívül az emberek nem is írják mindig egyformán a nevüket. Van, amikor az összes utóneveik is szerepelnek, máskor csak azok kezdőbetűi, ismét máskor csak a keresztnévüket vagy éppenséggel a becenevüket használják, és így tovább. Ezért teljesen ésszerű, hogy belső célokra minden emberhez egy számot rendeljünk. Egyáltalán nem ésszerű viszont azt elvárni, hogy az emberek meg is jegyezzék ezt a számot.

A nehézség tulajdonképpen ugyanaz, mint a programozási nyelvek hajdani problematikája. Amíg nem jöttünk rá, hogy milyen egyszerűen megtaníthatjuk a komputert egy olyan nyelvre, amelyet az ember is könnyen megért, addig arra kényszerítettük az emberi felhasználókat, hogy egy szörnyű komputernyelvet tanuljanak meg. Egy mai gépnek már semmi gondot sem okozna, ha arra kérnénk, hogy az embereket nevük szerint ismerje fel, és ennek alapján keresse ki a kódszámukat. Semmi értelme emberek millióit arra kényszeríteni, hogy a nevük helyett számokat használjanak. Például könnyen megvalósítható lenne, hogy egy nyomógombos telefonkészüléken csak a nevet és a körülbeüli címet kelljen „begépelni”, és a telefonközpont komputere keresné ki és tárcsázná fel a számot. Ezzel ter-

mészletesen külön igénybe vettük a gépet, és ezért ezt a szolgáltatást külön meg kellene fizetnünk, mint ahogy az is többbe kerül, ha személy szerint kérünk valakit egy távolsági beszélgetésnél.

Összefoglalva: úgy látom, hogy a „számbetegség” jogos emberi panasz, de a gépek bölcsebb felhasználásával orvosolható.

Egy másik probléma. Sokan félnek attól, hogy a hatalmas számítógépekből a „minden lépésünket figyelő Nagy Testvér” válik. A magánélet szabadságával kapcsolatban valóban felmerül egy sor mély jogi és erkölcsi kérdés, ezekkel azonban nem kívánok foglalkozni ebben a könyvben.* Mindenesetre, ne felejtsük el, hogy a számítógépek csak azt csinálják, amit mondanak nekik. Ha a kormányok és a nagyvállalatok beavatkozhatnak a magánéletünkbe, akkor ez a mi hibánk, hogy megengedjük nekik. Ezt komputernek nélkül is megtehetik, noha így kétséggkívvül még egyszerűbb emberek millióit szemmel tartani. A gépek olcsóbbá tették a Nagy Testvért, de elvileg semmi sem változott. Az olyan kérdések, hogy a rólunk vezetett nyilvántartásokat jogunk van-e látni, és a hamis információkat jogunk van-e kijavítani, valóban válaszra várnak. Ezt a problémát azonban jogászoknak, és nem számítógépes szakembereknek kell megoldaniuk.

* Ezeket a problémákat kitűnően tárgyalja Martin és Norman *The Computerized Society* c. könyve.

A mélyebb problémák

Tegyük fel, hogy az áruházak eljutnak odáig, hogy az eladók nem merik a saját hibáikat a komputerre kenni. Tegyük fel, hogy a gépeket megtanítják, hogy számok helyett a nevünkön hívjanak bennünket. Tegyük fel, hogy őszintén megnyugtathatjuk az embereket, hogy megfelelő törvényes biztosítékok őrködnek a Nagy Adatsorok felett. Fogadjuk el azt is, hogy nem kell többé lyukkártyákkal bajlódniunk, amelyeket nem szabad összehajtani vagy „neadjisten” megkarcolni, és hogy a többi apró kényelmetlenség is megszűnik. Ekkor még mindig fennmarad két alapvető emberi panasz, amelyek megszüntetéséhez komoly erőfeszítésekre lesz szükség.

A modern komputerek azért hozták létre, hogy igen bonyolult tudományos feladatokat oldjanak meg velük. Mellékesen kiderült, és ezt az üzleti élet csak lassan ismerte fel, hogy ugyanezek a gépek hihetetlenül hatékonyak a könyvelésben is. Ekkor megindult a hajsza, hogy a komputerek alkalmazásával növeljék a termelékenységet, csökkentsék a költségeket, és nagyobb hatékonyságot érjenek el. A cégek nagy reményeket fűztek ahhoz, hogy a gépek majd az alkalmazottak százait helyettesíthetik. Mondanom sem kell, hogy ez nem tette népszerűvé a komputereket az alkalmazottak körében. Szerencsére a komputerizálás csak ritkán okozott létszámcsökkenést; sokkal általánosabb, hogy továbbra is ugyanaz a személyzet látja el a munkát, csak most sokkal jobban és nagyobb teljesítménnyel. (Nem akarok olyan példákról beszélni, amikor több ember kevesebbet végez.) Ha azonban azt nézzük, hogy végeredményben mire is használták a számítógépeket az első két évti-

zedben, akkor azt találjuk, hogy szinte valamennyi alkalmazás csak a vállalatok működésének javítását szolgálta, és nem a fogyasztók életét akarta kellemesebbé tenni. Csak a legutóbbi időben kezdték a vállalatok felismerni, hogy már minimális számítógépes költségtöbblettel is lényegesen jobb szolgáltatást tudnak nyújtani.

Alapvető változásra lenne szükség mind a kormány, mind az üzleti élet hozzáállásában. Mindkettő legyen végre hajlandó többet költeni arra, hogy az emberek életét jobbra és könnyebbé tegye. A könyv hátralevő részében ez a téma még sokat szerepel majd. Csak ha általánossá válik ez a hozzáállás, akkor jöhet el az az idő, amikor az emberek barátoknak és nem ellenségnek tekintik a komputert.

Az idegenkedés másik és még döntőbb okát abban látom, hogy a modern nagysebességű számítógép általában félelemmel vegyes csodálatot vált ki az emberekből. Ez a reagálás a tudatlanságból fakad.

Az emberek többsége akkor nőtt fel, amikor még nem léteztek modern komputerek. Noha hasonló volt a helyzet az autókkal a huszadik század elején, meglehetősen gyors változás történt. Ha nem is vezetett ugyan mindenki autót, de a baráti körben szinte biztosan akadt már kocsitulajdonos. Az autók hamarosan elszaporodtak az utcákon, és egyszerű működési elvüket az emberek könnyen megértették. Arról azonban, hogy mi is az a számítógép és hogyan működik, az átlagembernek sajnos halvány fogalma sincs. És mivel a komputert a számisten papjai távol tartják tőlük, nem is tudnak közelebbi ismeretséget kötni vele.

Az embereket mindig félelemmel tölti el egy olyan új valami, amit nem értenek. Ezért szinte babonás révületben néznek fel a komputerre, amelynek egyrészt túl sokat,

másrészt túl keveset tulajdonítanak. Nem tudják igazából felfogni, hogy a gép egy perc alatt a rutinfeladatok millióit oldja meg. Ezért természetfelettinek tűnik, hogy a gép egy pillanat alatt el tudja végezni egy bonyolult adóbevallás összes számításait. Másfelől, olyan túlzott intelligenciával ruházzák fel a komputert, hogy bármilyen képtelen választ is elfogadnak, ha megtudják, hogy számítógép hozta ki az eredményt.

Ezzel kapcsolatban a következő történetet szeretném elmesélni. Los Angelesben egy új gyorsforgalmi utat terveztek. Egy nyilvános ülésen több választó keserűen panaszolta, hogy az út egy négerlakta városrész kellős közepén haladna keresztül, és lerombolná azt a közösségi szellemet, amely lassan és keservesen született meg. A választók érveit azzal az egyszerű kijelentéssel intézték el, hogy egy kitűnő számítógép szerint a javasolt útvonal a lehető legjobb. Úgy látszik, egyikük sem volt elég tájékozott ahhoz, hogy megkérdezze, milyen utasítások alapján értékelte a gép a lehetséges nyomvonalakat. Csak az építési és kisajátítási költségeket vették vele figyelembe (és ekkor egy gettó területén történő építkezést minden bizonnyal nagyon előnyösnek talált), vagy az emberi szenvedést is, amit egy adott út okoz? Talán a választók egyet is értettek volna abban, hogy az emberi szenvedés mértékét nem lehet dollárban kifizetni. Ha azonban az emberi szenvedéstől eltekintünk, akkor ezt a költségtényezőt nullának vesszük, ami pedig egyértelműen a lehető legrosszabb eljárás!

Ennélfogva úgy látom, hogy hatalmas nevelési erőfeszítéseket kell tennünk, hogy az embereknek a komputerhez való viszonyát megváltoztassuk. Amíg fel nem nő egy új nemzedék, amelyik már jól ismeri a számítógép lehető-

ségeit és korlátait, amelyik tudja, milyen kérdéseket kell feltenni és megválaszolni, és amelyet a szakemberek nem tudnak letromfolni egy vita során, addig nem remélhetünk lényeges változást. Nagyon ígéretesnek látom a jelenlegi dartmouthi diákok reagálását. Most, hogy legtöbben első kézből szereznek tapasztalatokat a komputeren, nem néznek többé babonás félelemmel a számítógépes alkalmazásokra, és elég jó elképzelésük alakul ki arról, hogyan szolgálhatják a gépek az emberiséget.

Élősködő vagy segítőtárs válik-e a komputer fajból? Ez – szerintem – kizárólag az embertől függ. Ebben a kapcsolatban övé a vezető szerep. Ha az emberek együttesen elég értelmesek és körültekintőek lesznek, akkor biztosíthatják, hogy a két faj kölcsönhatása teljességgel az emberiség javára szolgáljon.

MÁSODIK RÉSZ

Az életközösség fejlődése

6. Pillantás a jövőbe

Mit várhatunk a komputertől?

Tanúi voltunk, milyen fantasztikusan megnövekedett a számítógépek teljesítménye egy emberöltő alatt. Ezért joggal vetődik fel a kérdés, mit hoz a nem túl távoli jövő.

Hihetően hangzik, hogy mivel a műveleti sebesség egymilliószorosára növekedett az elmúlt huszonöt évben, hasonló növekedés várható a következő huszonöt évben is. Ezt azonban a természet egyik abszolút korlátja – nevezetesen a fénysebesség – teszi lehetetlenné.

Képzeljünk el egy olyan gépet, amely ezerszer gyorsabb a maiaknál – vagyis az alapciklusidő egy nanoszekundum (a másodperc egymilliárdod része). Hajlamosak vagyunk azt hinni, hogy a fénysebességgel szaladgáló jelek egy pillanat alatt megérkeznek, de tudjuk, hogy a valóságban ez nem így van. Igaz, hogy a Föld bármely két pontja közötti telefonkapcsolatnál időkülönbség nem érzékelhető, de aki figyelte a Holdon tartózkodó űrhajósokkal folytatott beszélgetéseket, észrevehette, hogy több mint egy másodpercig tart, amíg a rádióhullám eléri a Holdat. Tehát a fénysebesség fontossá válik, amikor csillagászati távolságokról vagy nagyon rövid időközökről van szó.

FÉNYSEBESSÉG

másodperc	300 000 km
milliszekundum	300 km
mikroszekundum	300 m
nanoszekundum	30 cm

A fény harminc centimétert tesz meg egy nanoszekundum alatt. Így ha azt akarjuk, hogy az alapciklusidő egy nanoszekundum legyen, akkor olyan gépet kell szerkeszteni, amelynek bármely két pontja között a jel legfeljebb harminc centimétert „utazik”. Ehhez erősen miniatürizált komputerre van szükség. Egy ilyen picike gép ugyan még teljesen elképzelhető, de minden bizonnyal nagyon drága lesz, és kétségkívül az elérhető sebesség felső határát jelenti.

Egyes speciális gépek ciklusideje már ma is kevesebb, mint egy nanoszekundum, ezek a komputerek azonban általában „párhuzamos feldolgozást” végeznek – azaz lényegében mikroszekundumos gyorsasággal dolgoznak, csak sok, mondjuk száz műveletet tudnak egyszerre végrehajtani. Hogy ez a trükk gazdaságilag előnyösebb-e, mint száz különálló gépet készíteni, az teljesen a megoldandó feladat jellegétől függ. A legtöbb alkalmazásnál valószínűleg az első a rosszabb változat. Bizonyos „fix idő” munkáknál azonban, amikor a számításokat egy adott időtartam alatt el kell végezni, a párhuzamos feldolgozás a célszerűbb.

Feltehetjük tehát, hogy a jövő komputerei valamivel gyorsabbak lesznek ugyan a maiaknál, de a sebességnövekedés korántsem lesz olyan látványos, mint a közelmúltban volt. Más területeken viszont továbbra is látványos fejlődésre számíthatunk.

A miniatürizálás és az új technológiák megjelenése (pl. lézersugár) a mai nagy gépi memóriákat is megsokszorozhatja. Amint említettem, gyakran használunk olyan memóriákat, amelyekbe belefér az egész Encyclopaedia Britannica. De piacon vannak már ennél ezerszer nagyobbak is. Biztosra veszem, hogy húsz éven belül olyan memóriák jelennek meg, amelyekben a világ legnagyobb könyvtárát is elhelyezhetjük.

A GÉPI MEMÓRIÁK KAPACITÁSA

1945 tíz szó

1955 kis könyv

1965 lexikon

1975 egymillió kötetes könyvtár

Egyszerűen növelhetjük egy számítógéprendszer kapacitását, ha több gépet kapcsolunk össze. A DIR például négy külön komputerből áll (két feldolgozó és két kommunikációs gépből), és ezek egyike a „főnök”. Ha egyszer megoldottuk, hogyan kell programozni több együttműködő számítógépet, akkor könnyen kiterjeszthetjük a programokat egy húsz vagy harminc egységből álló rendszerre is. A DIR-en triviális feladat egy újabb feldolgozó vagy kommunikációs egység bekapcsolása.

Itt ugyanazt a kérdést vethetjük fel, amelyet már a párhuzamos feldolgozással kapcsolatban említettem: melyik jobb, a gépeket egy rendszerben dolgoztatni, vagy mindegyiket külön rendszerként üzemeltetni. A gépek közötti kommunikáció mindig bizonyos költségtöbbletet jelent. Másrészt viszont, ha a gépek egy közös rendszer részei, akkor a terhelést egyenletesebben lehet elosztani, és mind-

egyik gépnek rendelkezésére áll ugyanaz a memória és ugyanaz a periféria. Például a dartmouthi lyukkártyakezelő berendezés, a nyomtató és a szalagok nincsenek teljesen kihasználva, és így bekapcsolhatunk újabb egységeket anélkül, hogy ezeket a perifériákat is meg kellene duplázunk. Egy ilyen bővítés (ami egyben több felhasználót is jelentene) szükségessé tenné a memória növelését, de ez még mindig hatékonyabb, mint ha két számítóközpontot csinálnánk az egyből. Ez utóbbi esetben ugyanis az egyes felhasználók a központnak mindig azt a részét vennék igénybe, amelyben az ő saját programjuk van, így önkényesen két kategóriába kellene osztani a felhasználókat, és ez a két csoport egymással nem tudna érintkezni. Továbbá meg kellene duplázni az összes olyan programokat, amelyekre mindenkinek szüksége van (programkönyvtár és rendszer software*).

Az egy számításra jutó költségek jelentősen csökkentek a legutóbbi generáció idején, és én további látványos javulást várok. Az utóbbi néhány évben az elektronikus áramkörök gyártásában teljesen új, olcsó technikát dolgoztak ki, ilyenek például a nyomtatott áramkörök. Ez lehetővé teszi majd, hogy a mai kapacitású gépeket a jelenlegi költségek töredékéért állítsák elő. Ugyanez érvényes a memóriákra is, hiszen az említett sokkal nagyobb memóriák alig lesznek drágábbak a maiaknál.

Költségcsökkenés tekintetében a terminálok messze hátul kullognak. Egy terminál bérleti és karbantartási díja ál-

* A software általában a programok, nyelvek, eljárások összességét jelenti. Ezen belül a *rendszer software* pl. az időosztás megvalósítása, az összes adattárolók kezelési módja stb., tehát általában a gép alapvető (működési) üzemmódjainak, szolgáltatásainak a megvalósítása. (*A ford.*)

talában havi száz dollár. És ezek a terminálok meglehetősen primitívek; egy kicsit jobb készülék még sokkal drágább. Nem látom be, miért ne lehetne olyan megbízható terminálokat előállítani, amelyek nem kerülnének többbe egy fekete-fehér televíziónál. Ha a számítógépeket be akarjuk vinni az otthonokba, akkor olcsó terminálokra lesz szükség.

Beszéltünk arról, hogy a sebességben szerény, a memóriakapacitásban látványos növekedésre számíthatunk, hogy sokkal nagyobb és hatékonyabb komputerrendszereket hozhatunk létre, és jelentősen csökkennek majd a költségek. De a soron következő legfontosabb fejlődés minden bizonnyal a számítógépek és a távközlési hálózat összekapcsolása lesz.

Számítógépek és telefonhálózat

A telefon nem volt több kedves kis játékszernél, amikor feltalálták; remek szórakozás lehetett telefonon beszélgetni a szomszédal. A modern civilizációnak azonban csak akkor vált döntő tényezőjévé, amikor országos, sőt esetenként nemzetközi hálózattá kapcsolták. Szerencsére ilyen hálózat ma már létezik, és a modern technológia segítségével jelentősen tovább bővül a kapacitása: koaxális kábelek, mikrohullámú láncok és távközlési műholdak még jobban kiszélesítik a lehetőségeit.

A következő évtizedben valószínűleg hatalmas számítógép-hálózatok kialakulásának leszünk tanúi. Néhány szerény hálózat már ma is létezik, például a légitársaságok helyfoglalási rendszere, a General Electric időosztásos há-

lózata és a Western Union számítógép-hálózata. Amint a 3. fejezetben említettem, a DIR egyik demonstrációjára Skóciában került sor, ami azt mutatja, hogy a számítógépes kommunikáció több ezer kilométeres távolságból sem jelent problémát. A legtöbb ember csak akkor fogja igazán érzékelni a modern számítógépek hatását, amikor hatalmas, sok egységből álló számítóközpontokat építenek majd szerte az Egyesült Államokban, és ezeket hatékonyan bekapcsolják a meglevő távközlési hálózatba.

Ha egyszer egy vagy több ilyen általános rendeltetésű országos hálózat létrejön, akkor a komputerek alkalmazásának egészen új lehetőségei nyílnak meg előttünk. Például, egy vállalat, amelynek az országban mindenütt vannak fiókirodái, a hálózatban tárolhatja az összes adatait, és ehhez bármelyik fiókiroda hozzáférhet. Egy oktatási programot bárhol betehetünk a hálózatba, és ehhez a lakosság kilencven százaléka egyszerű telefonhívás útján hozzájuthat. Ha a standard programokból gazdaságosan össze tudunk állítani egy gyűjteményt, akkor ez gondoskodna azoknak a feladatoknak a megoldásáról, amelyek miatt az emberek többsége a gépet igénybe veszi. Csak tárcsázni kell, elmagyarázni a problémát, és a megfelelő programot a gép kikeresi a könyvtárban. Egy ilyen hálózat valóban lényeges áttörést jelentene az üzleti életben, az oktatásban, a tudományos kutatásban és sok más területen. Nézzük meg, hogyan lehetne egy ilyen rendszert kiépíteni.

Megtervezünk egy számítógép-hálózatot

Milyen nehéz lenne egy komputer-hálózat megépítése az Egyesült Államokban? A kérdést most a számítógépek oldaláról vizsgálom meg; a 8. fejezetben egy országos automatizált könyvtár lehetőségeivel kapcsolatban még egyszer visszatérek rá.

Olyan hálózatot szeretnénk, amelyet a felhasználók zöme helyi telefonhívással elérhet. Az első ütemben vegyük azt a nyolcvan nagyvárost, amelynek az 1960-as népszámláláskor legalább 150 ezer lakosa volt. Ezek mindegyikét ellátjuk reléállomással, a számítóközpontok pedig az ország stratégiai fontosságú pontjaira kerülnek. Így a népességnek mintegy huszonöt százalékát közvetlenül bekapcsoltuk a hálózatba, de ha az elővárosokat és az „útközben felcsíphető” kisebb városokat is figyelembe vesszük, akkor már elég alaposan „lefedtük” az Egyesült Államokat.

Hol helyezzük el a központokat? Nyilván célszerű, hogy ezek kulcsfontosságú, népes nagyvárosokba kerüljenek, továbbá, hogy az említett nyolcvan város mindegyikéhez legyen legfeljebb nyolcszáz kilométernyire egy számítóközpont. A távolságoknál az autótérképeket vehetjük alapul, mivel a telefonvonalak általában az országutakat követik. Ha még modernebb technikát alkalmazunk, például mikrohullámú láncot, akkor természetesen lerövidülnek ezek a távolságok. Némi próbálgatás után kiderül, hogy hét központ kielégítően el tudná látni a feladatot: New York, Chicago, Atlanta, Dallas, Los Angeles, Denver és Seattle.

Ekkor a nyolcvan város között mindössze kettőnek (Miami és El Paso) 830 kilométeres körzetében nem található számítóközpont. Egy fogyasztó átlagosan 283 kilo-

méternyire van a legközelebbi központtól. Jegyezzük meg azonban, hogy egy város átlagos távolsága a legközelebbi központtól ennél jóval nagyobb, hiszen New York, Chicago és Los Angeles sok millió lakosa közvetlenül egy-egy központ mellett él. Ha azt nézzük, hogy a terhelés hogyan oszlik meg az egyes központok között, akkor azt találjuk, hogy Denverre és Seattle-re csak nagyon kis rész esik. Ezzel együtt szükség van rájuk, a jó földrajzi eloszlás érdekében. Lehetséges, hogy az ide tartozó fogyasztók ellátásához elegendő lenne, ha a tényleges számítóközpontok helyett csak egy-egy nagy közvetítőállomást építenénk Denverben és Seattle-ben. Gazdaságossági számításokat kellene végezni, hogy ez csökkentené-e az összköltséget.

Ha más szempontból vizsgáljuk a kérdést, azt találjuk, hogy Chicago és New York terhelése túl nagy. Ezért gazdaságilag célszerűbb, ha ezeknek a terheknek egy részét egy-egy újabb számítóközpont veszi át Clevelandben, illetve Baltimore-ban. Most már egy fogyasztó átlagosan csak 228 kilométerre lesz a legközelebbi központtól. Ez lényegesen kevesebb, mint a dartmouthi főiskola és legtávolabbi felhasználóinak a távolsága, és már kiválóan alkalmas tervezési célokra. A terhelés most a következőképpen oszlik meg:

<i>Központ</i>	<i>A hozzá tartozó városok száma</i>	<i>A ráeső terhelés százalékban megadva</i>
Atlanta	11	7,8
Baltimore	5	9,4
Chicago	13	17,7
Cleveland	12	13,9
Dallas	13	10,8
Denver	3	2,0

<i>Központ</i>	<i>A hozzá tartozó városok száma</i>	<i>A ráeső terhelés száza- lékban megadva</i>
Los Angeles	9	12,6
New York	11	23,3
Seattle	3	2,5
Összesen	80	100,0

Ez nem feltétlenül az optimális eloszlás, de mindenesetre elég közel áll ahhoz, és mutatja, hogy kilenc, jól elhelyezett számítóközpont hatékonyan tudja szolgálni az egész országot.

A rendszer hatékonysága tovább növelhető, ha a kilenc központot nagysebességű telefonvonalakkal vagy mikro-hullámú láncokkal kötjük össze. Ekkor az egyik központ katasztrófa esetén ki tudja segíteni a másikat, és túlterhelés esetén is a munka egy részét valamelyik „testvérével” végezteti el. Ezt a terhelés kiegyenlítő rendszert használjuk most az Egyesült Államokban az időzónák közötti különbségek alapján. Mivel New Yorkban az emberek három órával korábban kezdenek dolgozni, mint Kaliforniában, így a nyugati tengerparton levő állomások a reggeli órákban átvehetik a keletiek terhelésének egy részét. Ezt viszonyozva, késő délután a keletiek segíthetik ki a nyugatikat. Hasonló módon kezelhetjük a lépcsőzetes ebédidőt is. Ezzel együtt sem tudjuk egyes csúcsidők túlterhelését megakadályozni. Enyhíteni azonban lehet a gondokon, az alábbi eljárások segítségével.

A DIR-en létezik egy fontos szolgáltatás, az ún. „hát-tér”. Sokáig futó munkák esetén a felhasználó gyakran gépel be ilyen irányú kérést, és utána nyugodtan elmegy. A munkát a gép akkor végzi el, amikor van szabad ideje, és

az eredményt a terheléstől függően percek vagy órák múlva adja meg. Azzal, hogy a központoknál is bevezetjük ezt a háttérszolgáltatást, és pedig kedvezményes áron, a csúcsterheléseket ki lehet egyenlíteni.

Végül, mindegyik központ önállóan is szabályozhatja a terhelését azáltal, hogy hány szabad telefonvonalat bocsát a fogyasztók rendelkezésére. Tegyük fel, hogy egy központ átlagos megbízatások esetén ezer telefonvonalat tud ellátni. Ekkor biztonsági tartalékul valószínűleg ezerkétszáz vonalat foglal le. Ha úgy találja, hogy ezer fogyasztó mellett van még szabad kapacitás, akkor felvesz további rendeléseket is. Ha azonban már nyolcszáz fogyasztónál is erős terhelést tapasztal, akkor a maradék telefonvonalakat „foglalt” jelzésre állítja, és így újabb fogyasztók nem kapcsolódhatnak be addig, amíg a terhelés nem csökken. Ez a rendszer azzal az előnnyel jár, hogy a felhasználók hamar megtanulják, mely órákban szokott foglaltat jelezni a gép, és így, hacsak tehetik, olyan időpontban veszik igénybe a komputert, amikor kisebb a terhelés.

Evolúció

Az előbbiekben vázoltam a komputer faj várható fejlődését. Azt jósolhatjuk, hogy a jövőben egyes számítógépek valamivel gyorsabbak és jóval kisebbek lesznek, és sokkal nagyobb memóriával rendelkeznek majd. Az evolúciós folyamat legfontosabb mozzanatát azonban minden bizonytalansággal a több gépből álló rendszerek és a komputerhálózatok térhódítása jelenti.

Eszembe jutnak egyes tudományos-fantasztikus törté-

netek: az ember különös lényekkel találkozik, amelyeknek közös a tudatuk. Megosztják egymással az emlékezőtehetségüket, figyelni tudják egymás gondolkodási folyamatát, és szoros egységben dolgoznak a feladatok megoldásán. Állítom, hogy ez a fantasztikum lassan valósággá válik. A szemünk láttára fejlődik ki egy faj, amelyben az egyén egy csoporttudat alá tartozik. Tulajdonképpen telepatikus fajról van szó. És bízom benne, hogy a komputerhálózatok rendelkeznek majd mindazokkal a csodálatos képességekkel, amivel a tudományos-fantasztikus irodalom ezeket a különös lényeket felruházta.

Ami igazán aggaszt: vajon az ember lépést tud-e tartani szimbiotikus társával. A számítógépekben már ma is több lehetőség rejlik, mint amennyivel élni tudunk. Folyamatosan üzemeltetjük a gépeket, de sok szakember úgy érzi, még nem tanultuk meg, hogyan használjuk ki igazán a gépek képességeit. Ezért gyors társadalmi és tudományos fejlődésre van szükség, ha az ember teljes értékű partner akar maradni. És ez, úgy vélem, az egyik legizgalmasabb kihívás, amivel az emberiségnek szembe kell néznie.

7. Számítógépek az oktatásban

Az első próbálkozások

Az ember és a gép kölcsönhatása már a korai időszakban is sokszor jelentkezett az oktatás területén. Bízom benne, hogy ez a jövőben is a legfontosabb alkalmazások közé tartozik majd – annak ellenére, hogy rossz kezdésnek lehattünk tanúi.

A 60-as évek során messzemenő követelmények születtek azzal kapcsolatban, hogy hogyan állítsák a komputereket az oktatás szolgálatába. Az erőfeszítések, különösen a számítógépeket gyártó vállalatoknál, elsősorban a „Tanítás számítógépek segítségével” („Computer-Aided Instruction”, röviden CAI) mozgalomra koncentráálódtak. Az elnevezés felöleli ugyan a komputerek összes jelenlegi alkalmazását a tanítási folyamatban, de maga a mozgalom a felhasználási lehetőségek közül csak egyetlenegyre korlátozódott: hogyan helyettesítheti a gép a tanárt.*

A terminálnál ülő diákok számos különböző tantárgyból kaphatnak segítséget. Jól bevált például a nyelvoktatás. Ez állhat szókincsellenőrzésből, nyelvtanból, helyesírási

* A CAI jelenlegi helyzetének jó összefoglalása található Martin és Norman *The Computerized Society* c. könyvében.

gyakorlatokból, vagy – bonyolultabb változatnál – fordítás ellenőrzéséből. Például, a gép angol szavakat „mond”, amire a diáknak a francia megfelelőikkel kell válaszolnia.

Hasonló feladatok a számtan több területén is adhatók. Egyszer magam is használtam az otthoni terminálunkat, hogy fiammal gyakoroltassam a törtek összeadását. A gép véletlenszerűen kiválasztott két, nem túl bonyolult törtet, a fiam pedig begépelte az összegüket, és egyszerűsítette is. A választ azután a komputer vagy elfogadta, vagy közölte, hogy hibás, vagy pedig jelezte, hogy az eredmény helyes ugyan, de nem a legegyszerűbb alakban van megadva. A gép pontozta is a teljesítményt, és minden feladatsor végén osztályzatot adott. Ez a lehető legegyszerűbb gyakorlási program is elég volt ahhoz, hogy két délután alatt átsegítse a fiamat azokon a pszichikai gátlásokon, amelyek a törtek összeadásakor jelentkeztek nála.

A CAI egy kifinomultabb alkalmazása, amikor a gép új anyagot tanít meg, és ki is kérdezi a diákot. A szöveg vagy közvetlenül a terminálon, vagy pedig kiegészítő jegyzetekben áll rendelkezésre. Amikor a diák úgy érzi, hogy elsajátított egy anyagrészt, akkor a gép levizsgáztatja őt, és csak akkor engedi továbbmenni, ha meggyőződött róla, hogy a diák valóban megértette a témakör fő gondolatait.

A CAI-jal szemben támasztott alapvető követelmény az, hogy mindenki a saját tempója szerint tudjon haladni. Mivel az anyagot egy számítógépprogram segítségével „adjuk elő”, úgy kell azt megírunk, hogy a tanulási sebesség valóban változtatható legyen. Mindegyik fogalomhoz sok ellenőrző kérdést szerkesztünk. Aki jól felel az első néhány kérdésre, az rögtön áttérhet az újabb témakörre,

anélkül hogy az egész feladatsort végig meg kellene oldania. Az átlagos képességű diák általában csak az összes gyakorlat elvégzése után mehet tovább a következő anyag-részre. Aki pedig nehezen boldogul egy adott témával – ezt az elkövetett hibák nagy száma jelzi –, az egy segéd-program alapján további képzésben részesül. Ebben az értelemben a CAI differenciáltabb oktatást tud megvalósítani, mint általában egy tanár az osztályában.

A gépnek néhány olyan tulajdonsága is van, amely egyes esetekben jobbnak bizonyul, mint a tanár. Először is, végtelenül türelmes. Ha kell, akár százszor is elvégezteti ugyanazt a típusú feladatot, a válaszokat gondosan elolvassa és értékeli. Másodszor, az időosztás segítségével, sok diákot taníthat egyszerre, mindenkit egyéni munkatempója szerint. Harmadszor, ha jól programozták, a gép nem téved. És végül, komoly előnyt jelenthet, hogy a gép és a diák közötti kapcsolat teljesen személytelen. A diák nyugodtan tévedhet, anélkül hogy tudatlanságának a tanár és az egész osztály is tanúja lenne. Mindezeket a pozitívumokat el kell ismernünk.

Néhány évvel ezelőtt jelentős kampány indult, hogy a CAI jegyében speciális oktatógépekkel árasszák el a piacot. Amint a komputerok rövid történelmében annyiszor, a speciális készülékek most sem tudták felvenni a versenyt a mai általános felhasználású számítógépekkel. Egy nagyméretű és gyorsan dolgozó általános felhasználású komputer, időosztásos rendszerben üzemeltetve, sokkal változatosabb lehetőséget nyújt, és maximális szabadságot biztosít a tanárnak. Ha a tanár változtatni akar az oktatási formán, akkor nem kell minden egyes esetben átalakítania a

hardware-t*, hanem elég, ha egy új programot ír, legjobb belátása szerint ítélve meg a pedagógiai szükségletet. Egy nagy időosztásos rendszerben csak a tanár által készített programtól függ, mennyire sikerül a CAI.

A CAI hiányosságai

Két fő ellenvetést látok a CAI-jal kapcsolatban: a gép a könyveket nagyon drágán, a tanárokat pedig nagyon rosszúl pótolja.

Mi értelme van annak, hogy egy könyv lapjait egy számítógépen keresztül kiírjuk egy terminálra? Ezt egyedül azzal tudom igazolni, hogy a fiatalabb generációt annyira megvadította a televízió, hogy csak akkor hajlandó olvasni, ha az anyag képernyőn jelenik meg. Igaz ugyan, hogy egy gépi memória kényelmesen és olcsón tud tárolni akár egy egész könyvet is. Ha azonban nem történik más, mint hogy a lapok eredeti formájukban a felhasználó termináljára kerülnek, akkor semmit sem nyertünk. Gyorsabb, sokkal olcsóbb és ugyanilyen kényelmes lenne, ha a felhasználó magával hozná a könyvet, és fellapozná a megfelelő oldalt, amikor számítógépes oktatásban vesz részt.

Ismét a „minden vagy semmi” hibájába estünk. Ahogy a komputeres gyerekkorában megpróbáltuk a feladatokat vagy teljes egészében a gépekkel, vagy teljes egészében az emberekkel elvégeztetni, a CAI első lépései is arra irányultak, hogy a munka minél nagyobb részét a komputerre

* A hardware lényegében a számítógép szerkezeti egységeinek összességét jelenti. A modern komputerknél a hardware és a software közötti – régebben teljesen éles – határvonal egyre inkább elmosódik. (*A ford.*)

sózzuk. Pedig sokkal több értelme van annak, ha hagyjuk, hogy a diákok saját maguk olvassanak el egy oldalt, vagy még inkább egy fejezetet, és csak ezután ültetjük őket a terminálhoz gyakorolni vagy vizsgázni.

A második fő ellenvetésem: a CAI-alkalmazások közül csak nagyon kevés esetben tud a gép ugyanolyan színvonalon tanítani, mint az ember. Beszéltem a géptanár néhány előnyéről, a hátrányok azonban a legtöbbször az ember javára billentik a mérleget. Amikor egy oktatóprogramot írunk, akkor egy hosszú kérdéssornál az összes lehetséges válaszokat előre át kell gondolnunk. Minél több szabadságot adunk a hallgatónak a kérdések megválaszolásában, annál nehezebb előre átlátni az összes lehetséges válaszokat. Ezért szinte ellenállhatatlan a kísértés, hogy a diákok gondolataira kényszerzubbonyt húzzunk.

A CAI-programok a magolásnál és a mechanikus begyakorlásoknál használhatók a legjobban. Ezért született annyi siker az idegen szavak tanulásánál vagy egyszerű számtani készségek ellenőrzésénél. Ezekben az esetekben a válaszok egyértelműek, vagy legalábbis majdnem egyértelműek. De még ilyenkor is előfordul, hogy a válaszok értékelése messze nem kielégítő. Például, ha valaki egy idegen szót „kissebb”-nek fordít, akkor a gép ezt rossz fordításnak tekinti, míg egy élő tanár rögtön észreveszi, hogy ez jó fordítás, csak helyesírási hiba szerepel benne. Mivel a legtöbb iskolás gyerek hadilábon áll a helyesírással, gépelni pedig még kevésbé tud, a CAI-gyakorlatok teljesen használhatatlannokká válhatnak.

Ezek a problémák – legalábbis elvileg – megoldhatók. Olyan – persze jóval bonyolultabb – programokat kell készíteni, amelyek felismerik a szokásos helyesírási vagy gépe-

lési hibákat. Általában a CAI apostolai is elismerik, hogy a mai eredmények messze nem kielégítőek, de bíznak abban, hogy hamarosan megszületnek a sokkal jobb programok. Szerintem igazán jó programokat lényegesen nehezebb lesz írni, mint ahogy azt a CAI hívei most elképzelik.

És a legnagyobb CAI-program sem láthatja előre, mit produkál majd egy valóban alkotó szellemű diák. Elmesélek egy ismert anekdotát Karl Friedrich Gauss német matematikusról (1777–1855), aki valószínűleg minden idők legnagyobb matematikusa volt. Állítólag kisgyerek korában folyton zaklatta a tanítóját nehezebb számtani feladatokért. Ezért egyik nap az egy hosszú papírlappal jelent meg, amelyre felírta a számokat 1-től 100-ig, és azt mondta a kis Gaussnak, hogy a tanítási órák alatt adja össze ezeket. Alighogy elkezdődött az óra, Gauss jelentkezett, és így szólt: „5050”. „Mi az, hogy 5050”? – kérdezte a tanító. „Az összeg” – hangzott a felelet. A tanító dühösen nekiállt, és az óra hátralevő részét azzal töltötte, hogy összeadta a számokat, és megállapította, hogy az eredmény valóban 5050. Persze Gaussnak esze ágában sem volt, hogy ilyen unalmas számolgatással foglalkozzon. Egy kicsit nézegette a listát, és észrevette, hogy 1 meg 100 az 101, 2 meg 99 is 101 stb. Vagyis 50 számpárunk van, mindegyikben a két tag összege 101, és 50-szer 101 az 5050.

Egyszer lidércnyomásos álmom volt: az ifjú Gauss ismét az iskolapadban ült, de ebben az iskolában egy CAI komputer volt a tanár. Ebben a rendszerben a gép utasította Gauszt, hogy vegye az 1-et, és adjon hozzá 2-t, majd kényszerítette, hogy az eredményhez adjon hozzá 3-at, és így tovább. Mire mind a 100 számot összeadta, végképp megútálta a matematikát, és elhatározta, hogy ügyvéd lesz.

Dartmouthban a számítógép óriási mértékben segíti az oktatást, de ennek nem egészen egy százaléka a szorosán vett CAI. Viszont a komputer nagyszerűen működik mint az információk kimeríthetetlen tárháza, kitűnően elvégzi a hosszas számításokat, és még azt is tűri, hogy a diákok is tanítsák őt.

A CAI a modern számítógép lehetőségeinek csak egy kis töredékét aknázza ki. Fontos, hogy a gép sok felhasználóval tudjon egyszerre „beszélgetni”, de az is fontos, hogy programozható legyen, és azonnal megadja a válaszokat, akárhogy is ágazott el a CAI-program. Ezzel azonban csak alig, vagy egyáltalában nem használják ki a gép számítási kapacitását, és hatalmas információtárolási adottságait.

Azzal, hogy egy modern számítógépet adtunk a diákok kezébe, Dartmouthban a matematika- és természettudományi oktatást egyrészt kellemesebbé, másrészt hasznosabbá tettük. A hallgatóknak nem kell hosszú órákat tölteniük mechanikus számolgatásokkal. Nem kell folyton a szokásos egyszerű feladatokkal bíbelődniük – mi történik két billiárdgolyó ütközésekor. Ehelyett a matematika- és más természettudományos órákon tanultak lényegét kell megragadniuk: az időigényes számolási munkát a gép végzi el. Bármelyik hallgató betekinthet az elmélet tényleges gyakorlati alkalmazásaiba. A mechanikában például a jelentős alkalmazások csak annyiban különböznek a triviálisaktól, hogy az előbbiek gyakran lényegesen több számolást igényelnek.

A társadalomtudományokban a gép információs lehetőségei új távlatokat nyitottak. Ma már olyan nagy adatbá-

zisokat is tudunk tárolni, amelyek mindegyike több millió adatot tartalmaz. A felhasználó másodpercek alatt hozzájuthat a munkájában szükséges információhoz, és utána automatikusan rendelkezésre áll a gép számítási kapacitása, hogy különféle statisztikai vizsgálatokat végezzen el. Dartmouthban egy ilyen rendszer az IMPRESS.

Egy elsőéves szociológus hallgató leül egy terminálhoz, és a legutóbbi USA népszámlálás adataiból kér egy nagyobb mintát. Megjelöli, melyik változókat kívánja tanulmányozni; legyenek ezek például kor, nem, fajta, iskolai végzettség és jövedelem. Egy perc múlva rendelkezésre áll egy összefoglaló táblázat, amellyel különféle statisztikai próbákat végezhet. Megvizsgálhatja például, hogy egy adott csoporton belül, ahol a kor, fajta és iskolai végzettség megegyezik, mennyire különböznek a jövedelmek a nemek szerint. (Azt találná, hogy mindegyik kategóriában a férfiak lényegesen többet keresnek, mint a nők.)

IMPRESS MINTAVÉTEL

A jövedelmek, az iskolai végzettség és a nemek szerint
(Az azonos képzettségű férfiak, illetve nők hány százaléka alacsony, közepes, illetve magas jövedelmű.)

	<i>Alacsony</i>		<i>Közepes</i>		<i>Magas</i>	
	FÉRFI	NŐ	FÉRFI	NŐ	FÉRFI	NŐ
Általános iskola	62,0	94,7	34,5	4,7	3,4	0,5
Középiskola	47,9	90,1	47,1	9,4	4,9	0,4
Főiskola	32,4	74,8	47,5	23,1	20,0	1,9

Egy nagy adathalmazból az adatok kifejtése és csoportosítása körülbelül egypercnyi gépidőt igényel, de a statisztikai táblázatok már néhány másodperc alatt készülnek, és egy félóra alatt rengeteget lehet megtudni.

A DIR leglátványosabb oktatási hatása azonban ott jelentkezett, ahol a tervezők nem is sejtették. A legtöbb diákunk sok-sok programot készít az évek során a számítógépnek. Ebben a folyamatban a diák a tanár, és a gép a tanuló. A hallgatók rengeteget fejlődnek, miközben arra kell megtanítaniuk a gépet, hogyan oldjon meg egy adott problémát. A matematika és más természettudományok oktatásának is a nagy része abból áll, hogy a feladatok megoldásához megfelelő algoritmust vagy receptet keresünk. A hagyományos oktatásban a diák úgy sajátít el egy algoritmust, hogy három példán begyakorolja azt. Általában azonban annyi bonyolult számtani vagy algebrai megfontolás lép fel közben, hogy magát az algoritmust teljesen szem elől téveszti. Amikor a példákat egy számítógéppel dolgoztatja ki, akkor pontosan az ellenkezője történik. A hallgatónak a fő gondolatokra kell koncentrálnia; nagyon alaposan meg kell értenie az algoritmust, hogy aztán el tudja magyarázni a gépnek. Másfelől pedig, semmilyen számtani, vagy algebrai fogásra nincs szüksége. Dartmouthban száz és száz esetben láttuk, hogyan lehet sikeresen tanulni azáltal, hogy a számítógépet tanítjuk.

Mire van szükség?

Hadd foglaljam össze, hogyan állunk jelenleg a számítógépek alkalmazásával az oktatásban. Noha az erőfeszítések eredetileg a CAI-ra koncentráálódtak, és messzemenő követelményeket állítottak fel ezzel kapcsolatban, a CAI csak részben váltotta be a hozzáfűzött reményeket. A CAI alkalmazása általában nagyon drága, és előreláthatólag még

sokáig az is marad. Míg a rutinyakorlatok és a magolás területén sok esetben jól lehet hasznosítani a CAI-t, a „magasabb rendű” tanulási helyzetekben már nagyon gyengén pótolja a tanárt. Másrészt, egy általános felhasználású, időosztásos rendszerű számítógép sokkal kifinomultabb oktatási segítséget kínál. Ezek között a legfontosabbak: a gép számítási kapacitása lehetővé teszi, hogy a diákok a valódi életből vett problémákkal foglalkozzanak; a gép hatalmas információmennyiséggel áll a rendelkezésünkre, és a statisztikai vizsgálatokat is azonnal elvégzi; és végül, miközben a gépet egy probléma megoldására megtanítjuk, magunk is rengeteget tanulunk. Ezek az alkalmazások nemcsak hogy kifinomultabb tanulási szituációkhoz vezetnek, de sokkal olcsóbbak is, és kevesebb terminálidőt igényelnek. Továbbá világos, hogy csak kiegészítik, és nem pótolják a tantermi foglalkozásokat, és így semmiképpen sem fenyegetik a tanárok állását.

Még egy alapvető különbséget fedezhetünk fel a két-fajta felhasználás között. A DIR-es alkalmazások megtanítják a hallgatót arra, hogyan programozza a gépet úgy, hogy a lehetőségeket teljesen kihasználja, és kikerülje a korlátokat. A főiskolás évek alatt a legtöbb dartmouthi diák alaposan megismeri a modern komputerek természetét, és jó elképzelései alakulnak ki arról, hogyan használhatja a gépeket később az életben. Mivel a CAI-nál a diák meglehetősen passzív szerepet játszik – ahhoz hasonlóan, mint amikor egy nyelvet hanglemezzről tanulunk –, ezek az előnyök nem jelentkeznek.

Az emberiség érdekében égetően szükségesnek tartom, hogy a következő évtizedben a számítógépekhez szabadon hozzá lehessen férni az Egyesült Államok valamennyi egye-

temén és főiskoláján, és hogy a hallgatók többsége a diploma megszerzéséig alaposan elsajátítsa a használatukat. A társadalom a súlyos problémák megoldásában csak akkor számíthat igazán a modern komputerek segítségére, ha sikerül felnőnie egy komputeren nevelkedett generációnak. A társadalom problémáit a gépek egyedül nem tudják megoldani, de a kérdések bonyolultsága miatt mindenképpen szükség van a nagyon kifinomult felhasználásukra. Úgy látom, hogy három fő akadályt kell leküzdenünk, ha ezt a célt meg akarjuk valósítani.

Először is, a legtöbb egyetemi számítóközpont még ma is erősen kutatás középpontú. Általában köteget feldolgozást végeznek, és elsőbbséget biztosítanak egy nagyon szűk felhasználói rétegnek, amelynek igen sok gépidőre van szüksége. Az egyetemi számítóközpontok szellemét meg kell változtatni.

Másodszor, a főiskolák vezetősége nem látja át, hogy egy jó oktatási számítóközpont milyen rendkívül kedvező hatást gyakorolna az egész intézmény életére. Szeretném javasolni, hogy 1980 után ne fogadják el teljes értékűnek azt az egyetemet vagy főiskolát, ahol a hallgatók nem dolgozhatnak szabadon számítógépen. A számítóközpont használatát épp olyan fontosnak kell tekintenünk, mint a könyvtárét.

És végül, ennek a tervnek a megvalósítása – a több milliós hallgatói létszámot figyelembe véve – sok pénzbe fog kerülni. 1967 elején az Egyesült Államok elnökének tudományos tanácsadó testülete egy jelentést tett közzé, „Számítógépek a felsőfokú oktatásban” címmel, amit a bizottság vezetőjéről Pierce-jelentésnek neveztek el. Ebben nagyon részletesen és nagyon ékesszólóan egy csomó

olyan javaslatot fejtenek ki, amihez hasonlókat az imént tárgyaltam. A bizottság gyakorlati tervet is kidolgozott, hogyan lehetne az amerikai főiskolákon és egyetemeken oktatási célokkal számítóközpontokat létesíteni. Sajnos, azóta már két kormányzat is szabotálta ennek a megvalósítását. Öt évvel később a Nemzeti Tudományos Alap (National Science Foundation = NSF) a javasolt összegeknek még mindig csak nem egészen tíz százalékát kapta meg. Noha az NSF minden tőle telhetőt megtett és számos intézménynek segített, egyelőre csak egy cseppet sikerült megoldani a problémák tengeréből.

Folyamatos továbbképzés

Az egyik legnagyobb társadalmi szükséglet az oktatás megvalósítása a későbbi élet során. Tudásunk rohamléptekkel avul el, sokszor már egy évtized alatt is. Emellett az emberek gyakran akarnak szakmát változtatni, vagy egy adott szakmán belül más területre áttérni. A szabad idő is több ma, mint amit az emberek többsége értelmesen el tud tölteni; ha ennek egy részét továbbképzésre fordítanánk, akkor jelentősen nőhetne a kulturális színvonal.

Azoknak persze jó dolguk van, akiknek módjukban áll időnként visszatérni az egyetem falai közé, hogy továbbtanuljanak. Ha azonban ezt az oktatási formát a felnőttek tízmillióira akarjuk kiterjeszteni, akkor ennek nagy részét az otthonokban kell megvalósítanunk. Ha majd általánossá válnak a házi terminálok, akkor a felnőttoktatás is új méreteket ölt.

1965-ben a dartmouthi főiskola Kiewit számítóközpont-

jának ünnepélyes felavatásakor előadást tartottam, hogyan látom a felnőttoktatás helyzetét huszonöt év múlva. Ma is úgy érzem, hogy szerencsésen választottam akkor az 1990-es dátumot. Noha mindaz, amit itt vagy máshol a házi terminálokról elmondok, már 1980-ra is megvalósulhatna, sokkal valószínűbb, hogy csak egy évtizeddel később válik valósággá. Nem azért, mintha bármiféle technikai nehézség akadályozná, hanem azért, mert sajnos az emberekről az elmúlt évtizedben kiderült, hogy csüggesztő lassúsággal barátkoznak meg az új technikai lehetőségekkel. Az otthoni tanulás három fő komponensének az alábbiakat látom: 1. televíziós előadások; 2. könyvek; és 3. a házi terminálok használata.

Az Iskolatelevízió műsorán már eddig is számos előadás-sorozat szerepelt. Ezek között meglepően sok jó, és néhány egészen kitűnő műsor is akadt. A híradástechnikai eszközök gyors fejlődése lehetővé teszi majd, hogy sokkal több csatornát szenteljünk a felnőttoktatásnak. Ha nem is ültethetünk vissza minden felnőtt amerikaiit az iskolapadba, legalább kiváló előadókat vihetünk az otthonába. A könyvnek is fontos szerepet tulajdonítok, és szerintem 1990-ben sem válnak fölöslegessé. A számítógépek összes információszerzési lehetőségeivel együtt is azt hiszem, hogy legjobban könyv alakjában tudjuk egy tanfolyam diákjai rendelkezésére bocsátani a szokásos tananyag egyes nagy egységeit. Olcsó, kellemes, minden diák a saját tempója szerint tud haladni, és különleges örömet jelent, ha az embernek saját könyvtára van.

Ez a két összetevő létezik ma. Ezek azonban csak a diák passzív részvételét teszik lehetővé. Az igazán jó oktatásban alapvetően fontos az aktív szereplés, és ehhez szükség van

a komputerre. A diák a fő anyagrészeket elolvashatja a könyvéből, de a további elmélyüléshez könyvtárba kellene járnia. Amint azt a 8. fejezetben részletesen kifejtem, szilárd meggyőződésem, hogy 1990-re mindezt a számítógépek segítségével már meg lehet valósítani. Másodszor, a diákok aktív kapcsolatot akarnak fenntartani a tanáraikkal. És ekkor jön el a CAI ideje. Noha azt bizonygattam, hogy a CAI nagyon rossz tanárpótlék, azonban még mindig sokkal jobb, mint a semmi. Felelni tud a diákok néhány szokásos kérdésére, és levizsgáztathatja őket, mennyire értik az anyagot.

Ha majd az otthoni terminálok elterjednek, akkor a tv-előadók is sokféle házi feladatot adhatnak fel. Azoknál az egyszerű feladatoknál, amelyek megoldásához nincs szükség a gépre, a javítást és az osztályzást végezhetné a házi komputerrendszer. És a számítógép minden lakásba elvinné azokat a lehetőségeket, amelyek ma még csak Dartmouthban és néhány más vezető egyetemen állnak a diákok rendelkezésére. Bízom benne, hogy 1990-re millió és millió amerikainak lesz módjában jelentős kutatásokat végezni a lakásán. Sőt, ez pesszimista jóslat, hiszen én magam már évek óta ezt teszem.

A továbbképzés széles távlatait látom feltárulni a televízió, a könyvek és a házi terminálok összekapcsolásának jóvoltából. Ha valaki egy haladó tanfolyamot akar elvégezni, bérel egy tv-kazettát, amely tartalmazza az előadásokat, megveszi a szükséges könyveket, és a szükséges kutatásokhoz rendelkezésére áll a terminál, amely le is vizsgáztatja őt, mennyire sajátította el az anyagot. És így 1990-re minden lakásból egy-egy miniegyetem válhat.

8. A jövő könyvtára

A könyvtárak majdnem olyan régiek, mint maga a civilizáció; nehéz elképzelni civilizált társadalmat megfelelő könyvtárak nélkül. Azonban annyi évezredes virágzás után a könyvtárakat ma veszély fenyegeti: az exponenciális gyorsasággal növekvő ismeretanyag áldozataivá válhatnak.

A dartmouthi főiskola könyvállománya az elmúlt harminc év folyamán megduplázódott. Noha korábban a lassú és gyors fejlődési szakaszok váltották egymást, a főiskola könyvtárának növekedését létének két évszázada alatt átlagosan a harmincévenkénti megduplázódás jellemzi. Az intézmény kétszáz éves fennállásának ünnepségei idején, 1970-ben került sor az egymilliomodik kötet beszerzésére. Ha a fejlődés üteme nem csökken, akkor 2000-ben már kétmillió kötet könyvvel kell számolnunk. A könyvtár jelenlegi állagának megduplázása a következő harminc év alatt és ezzel együtt a segédanyagok és a személyzet létszámának növelése olyan tetemes kiadásokkal járna, amit a főiskola valószínűleg nem tudna vállalni. Nagyobb könyvtáraknál a probléma még élesebben jelentkezik. Ha ezek esetleg fenn is tudnák tartani a jelenlegi növekedési ütemet, igen kétségesnek látom, vajon egy tízmillió kötetes könyvtárat lehet-e hatékonyan használni.

Ugyanakkor egyre több panasz hallatszik, hogy sokba kerül a tudományos információk jelenlegi terjesztési módja, és hogy jelentős idő telik el, amíg egy eredmény eljut a többi kutatóhoz. A drágulás közvetlenül következik a tudásmennyiség exponenciális növekedéséből. A legelső matematikai folyóirat nem egészen kétszáz éve jelent meg, de ma már több százat adnak ki. Hogy a legfontosabb eredményekkel lépést tartsunk, a dartmouthi matematika tanszék közel kétszáz folyóíratra fizet elő. A tudományos publikációk gombamódra szaporodnak, ennek ellenére egy cikk befejezése után gyakran két év is eltelik a megjelenéséig. Kevésbé rohanó korban ennyi késedelem meg se kottyant volna, de ma ez elfogadhatatlannak tűnik.

Végül tekintsük a tudományos kutatók problémáját. Szinte reménytelen feladat kinyomozni, hogy egy bizonyos eredményt publikáltak-e már vagy sem. Átlapozhatjuk a folyóiratokat, de ez egyrészt rengeteg időt vesz igénybe, másrészt pedig könnyen lehet, hogy nem vesszük észre a minket érdeklő cikket. Ezért gyakran előfordul, hogy ugyanazt az eredményt újra és újra publikálják, vagy pedig egy kutató jelentős energiákat pazarol el, mert nincs tudomása a szakterületén időközben elért egyik fontos eredményről. Emiatt a tudományok aktív művelői egyre inkább a szóbeli közlésekre támaszkodnak, és abból indulnak ki, hogy ha egy adott eredmény a szakma hat komoly tudósa előtt újként hangzik, akkor nagy valószínűséggel tényleg új felfedezésről van szó.

A számítógépek a mai napig gyakorlatilag semmilyen befolyást sem gyakoroltak a tudományos információ terjesztésére, vagy az ismeretek tárolására könyvtárakban.

Egy országos automatizált referencia-könyvtár

1961-ben, a Massachusetts Institute of Technology centenárium ünnepségein felvetettem, hogy hozzunk létre egy országos automatizált referencia-könyvtárat.* Noha az elmúlt tíz évben a technológia jelentősen megváltozott, és így a javaslatomnak számos technikai részletét át kellene dolgozni, az alapeszmében változatlanul hiszek. Először is kifejtem, mi mindenre jó egy ilyen könyvtár, utána pedig megvizsgálom, hogyan lehetne egy ilyet megvalósítani.

Kezdjük azzal, hogy szinte bármelyik milliós könyvtárban a könyveknek egy jelentős százalékát csak ritkán veszik igénybe. Hatalmas pazarlás, hogy ezek a kötetek mégis a könyvtárak ezreiben fellelhetők. A jelenlegi rendszerben azonban egy jó könyvtáros nem tehet mást, mint hogy megveszi ezeket, hiszen nem tudhatja pontosan, hogy az olvasóinak mire lesz szüksége.

Ha viszont gyorsan és olcsón hozzá lehetne jutni azokhoz a könyvekhez, amelyek egy adott könyvtárból hiányoznak, akkor jelentősen csökkenthetnénk a könyvtárak állandó állományát. A könyvtárközi kölcsönzés jelenleg bizonytalan és lassú. Tegyük fel azonban, hogy létezne egy országos automatizált referencia-könyvtár, ahonnan a kívánt anyagot könnyen, olcsón és percek alatt megkaphatjuk. Ekkor teljesen megváltozna a felfogás arról, hogy mit érdemes az állandó gyűjteményben tartani. A készle-

* John G. Kemeny: *A Library for 2000 A. D.*, a Martin Greenberger szerkesztésében megjelent *Management and the Computer of the Future* c. könyvben (Cambridge, Mass., M.I.T. Press, 1962.)

tet csak a gyakran használt könyvekre lehetne korlátozni, és így esetleg felére csökkenthetnénk a nagy könyvtárak jelenlegi méretét. A fejlesztést is jelentősen mérsékelni lehetne, ami komoly megtakarítást eredményezhet a könyvtárt fenntartó intézményeknél.

Természetesen egy ilyen könyvtár beruházási költségei igen magasak, és így ezt feltétlenül magának a szövetségi kormánynak kellene megvalósítania. Határozottan állíthatom viszont, hogy a rendszer üzemeltetéséhez már elegendő lenne a részt vevő sok ezer könyvtár által elért megtakarításoknak egy töredéke is. Ez politikailag is nagyon vonzóvá teszi a tervet.

További érveim, hogy egy automata könyvtár számos olyan szolgáltatást is meg tud valósítani, amelyek a hagyományos könyvtárakban nem lehetségesek. Ha egyszer az információt gépileg tároljuk, és egy komoly időosztásos rendszer is rendelkezésünkre áll, akkor az „információkikeresés” egész problémakörét új oldalról közelíthetjük meg. Először válna lehetővé az, hogy a tudós, aki egy speciális témakör eredményeire kíváncsi, szisztematikusan áttanulmányozhatná a rendelkezésre álló irodalmat, és kiválaszthatná a munkájához szükséges anyagokat.

Ha a társadalom gondolkodásmódjában és szokásaiban hozzáidomulna egy ilyen automatizált könyvtárhoz, akkor a publikációk jelenlegi rendszere is teljesen megváltozhatna. Például semmi értelme sem lenne, hogy ezer és ezer tudományos folyóiratot adjanak ki nagy költséggel és az ezzel járó komoly késedelemmel. Ehelyett a tudományos cikkeket nagyon olcsón közvetlenül az automatizált referencia-könyvtárban helyeznék el, és azok ott bárkinek azonnal rendelkezésére állnának.

Ismét azzal a problémával kerültünk szembe, hogyan osszuk el helyesen a munkát az ember és a gép között. A hagyományos könyvtárak előtt is végtelen jövő áll, azonban ezek majd csak olyan könyveket tartalmazzanak, amelyek közvetlen emberi használatra kellenek, olyanokat amelyek állandó fizikai jelenléte kívánatos. Nem akarok belemenni a sok szükséges reform tárgyalásába – ilyen például a körzeti, az országos és a nemzetközi együttműködés megvalósítása –, hanem csak a számítógépen alapuló információs szolgálat megszervezésével foglalkozom. Amint jeleztem, célszerűnek tartanám, ha a kutatási eredmények és más tudományos anyagok nagy részét rögtön az országos referencia-könyvtár számítógépeiben helyeznénk el. Az ember a géptől azután csak azt a minimális mennyiségű információt kapná meg, amelyet az ember és gép között lezajlott „beszélgetés” alapján lényegesnek találtak az ember munkájához.

Új szabályokat kellene megállapítani arra, hogy mit tartsunk a könyvtárakban. Ritkán használt vagy aktualitásukat gyorsan elvesztő anyagok, valamint azok, amelyek kikereséséhez amúgy is gépi segítségre lenne szükség, kerüljenek csak az országos referencia-könyvtárba. Ellenben azoknak a könyveknek, amelyeket az emberek valószínűleg az első laptól az utolsóig végigolvasnak, például egy regény, egy dráma vagy egy érdekes életrajz, a polcokon a helyük. Ugyanez érvényes minden olyan könyvre is, amelyből ugyan az egyes olvasók csak egy kis részre kíváncsiak, de amelyet százak vagy ezrek forgatnak rendszeresen. Ilyenek például a lexikonok, atlaszok, klasszikus történelemkönyvek és számos tankönyv is. A többi mű osztályozásához irányelveket kell majd kidolgozni, annak

meghatározására, hogy melyek kerüljenek az egyes könyvtárakba, és melyek a körzeti raktárakba. De akárhogy is határozzuk meg ezeket a szabályokat, a legtöbb könyvtár könyvállománya mindenképpen jelentősen csökkenni fog.

A tárolás problémája

Valóban lehetséges a kötetek millióinak tartalmát úgy tárolni, hogy ezekhez számítógépekkel hatékonyan hozzá tudjunk férni? A válasz egyértelműen igen.

Például az „ultra-microfiche” néven ismert eljárással egyetlen 8×13 centiméteres cédulán egy ezeroldalas kötetet tudunk elhelyezni. A könyv „elolvasása” oldalanként történhet, egy viszonylag olcsó nagyítókészülék segítségével. Ily módon egy közönséges 30 centiméter hosszú katalógusban ezer miniatürizált kötetet tudunk tárolni, egy nagy szobában pedig több milliót. Sőt, már léteznek, illetve kísérleti stádiumban vannak olyan eljárások is, amelyek még sokkal kisebb fotokópiákat készítenek.

Mielőtt rátérünk arra, hogyan célszerű ezt a sok millió mikroformátumú kötetet tárolni, egy kicsit meg kell vizsgálnunk, milyen módon kaphatjuk vissza a bennük foglalt információmennyiséget. Egymillió ilyen kötetet például elhelyezhetünk ezer számozott fiókban, és az egyes fiókokon belül a cédulákat is megszámozzuk. A felhasználó azután kikeresi a kívánt könyv katalógusszámát, odamegy a megfelelő fiókhoz, és „végignyálazza” annak tartalmát, amíg a szükséges cédulát meg nem találta. Még ez az ügyetlen módszer is gyorsabb és kényelmesebb lenne, mint a kölcsönzés mai szokásos kálváriája a könyvtárak-

ban. Persze világos, hogy egy automatizált rendszer még sokkal jobb.

Noha sokféle automata szerkezet létezik, amely egy nagy halom cédula közül kiválasztja a megfelelőt, ezek azonban általában nem teljesen megbízhatóak, és a kártyák is könnyen megrongálódhatnak. Ezért más gyakorlati megvalósítás után kell néznünk. Ha a miniatürizált képeket egy olyan valamin tárolnánk, ami a modern számítógépek mágnesszalagjához hasonlít, akkor az ezer kötethez körülbelül negyvenöt méternyi szalagra lenne szükségünk, és ezen a mai technika segítségével másodpercek alatt beállíthatjuk az ezer kötet bármelyikét. (Ezek az eszközök aránylag hibátlanul működnek, csak a szalagok merülnek ki egy idő múlva. A nemzeti könyvtárnak azonban nyilván módjában állna, hogy a szalagokat pótolja, és így az elhasznált darabokat időnként kicserélje.) Véleményem szerint tökéletesen keresztülvihető, hogy több millió kötetet tároljunk automatizált formában, és hogy bármelyik adott kötetet vagy annak egy részét másodpercek alatt kézhez kapjuk.

A kikeresés problémája

A lényeges információ megtalálása már sokkal nehezebb feladat. Felteszem, hogy az automatizált könyvtár rendelkezik gépileg kezelhető szerző, cím és tárgy szerinti katalógusokkal, és ezek egy nagy időosztásos rendszer részei. Könnyű a dolgunk, ha szerző, vagy cím után keresünk valamit. Semmi nehézséget sem jelent, hogy a gép minden egyes szerzőnél és címnél tárolja a katalóguscédulák szo-

kásos adatait és ezeket kérésre elővegye. A felhasználó csak átnézi a komputer által megadott listát, kiválasztja ebből a szükséges tételeket, és villámgyorsan meg is kapja a kívánt könyveket.

Ha azonban téma szerint akarunk valamit megtalálni, akkor lényegesen nehezebb a helyzet. Elmondhatom éppen a komputernek, hogy a szóban forgó mű matematikai témájú, és speciálisan a valószínűségszámítással foglalkozik. De tíz- és tízezer könyvre illik ez a leírás. A legkevésbé sem akarom azt, hogy a gép kiírja nekem az összes ismert valószínűségszámítási munka szerzőjét és címét. Valahogyan le kell szűkítenem a keresést.

Első lépésként hasznos lehet, ha finomabb osztályozást hozunk létre a könyvek és cikkek témakörei és jellemzői szerint. Ekkor beszélgetésbe bocsátkozhatok a komputerrel, és az egy csomó kérdést tehet fel a kívánságaimra vonatkozóan. Például felsorolhatna néhány szokásos valószínűségszámítási témakört, és én megjelölném azokat, amelyek érdekelnek. Általában nem tudnám egyetlen tárgyra korlátozni a keresést, és így a gépnek nagyon ügyes munkát kellene végeznie, nehogy bármi is kimaradjon, ami fontos lehet a számomra. Tovább szűkíthetem a kört, ha közlöm a komputerrel, hogy mondjuk csak az utolsó három év publikációira vagyok kíváncsi. Valószínű azonban, hogy egy jó hosszú beszélgetés után is túl sok anyag maradna fenn a szitán.

Ezért nagyon fontosnak tartom, hogy a könyvtár minden egyes tételéről (ezalatt egy cikket vagy egy könyvből egy fejezetet értek) kivonat is rendelkezésre álljon. Miközben lelki szemeim előtt a könyvek és folyóiratok fotokópiákként sorakoznak a „raktárban”, a kivonatokat a kompu-

ter memóriájában szeretném látni, azonnal géppel olvasható formában. Ha minden tételről egy legfeljebb száz szavas kivonatot készítünk, akkor ezt már a mai technikával is meg tudjuk valósítani. Ha a téma szerinti hatékony szortírozás után már csak tíz vagy húsz anyag maradt, akkor a gép egyszerűen ideadja ezek kivonatait, és én kiválasztom az érdekesnek látszókat.

Ha ez az eljárás csődöt mond, akkor egy igazán magas fokú együttműködésre van szükség az ember és a gép között. Valahogyan pontosabban meg kell tudnom mondani, hogy mi is az, amit keresek, és megkérnem a gépet arra, hogy nézze át a kivonatok tartalmát. Például, keressen bizonyos kulcsszavakat vagy kifejezéseket a kivonatokban. Már ez sem olyan egyszerű, mint ahogy hangzik. Az egyik fő kutatási témám a Markov-láncok elmélete. Azonban fel kell világosítanom a komputert, hogy egyes szerzők ezeket „Markov-folyamatok”-nak nevezik, és hogy az élet ne legyen olyan egyszerű, a „Markov” nevet időnként „Markoff”-nak írják. Sok energiát kell majd szentelni annak a kérdésnek, hogyan írjunk meg egy ilyen beszélgető programot, és hogyan ruházzuk fel a gépet annyi intelligenciával, hogy tényleg hatékony partnerünké válhasson a kikeresés fáradságos munkájában.

Hadd foglaljam össze, hogyan festhet egy ilyen „bogarászási” eljárás a valóságban. Leülök egy időosztásos terminálhoz, és felhívom az országos referencia-könyvtárat. Miután azonosítanak, mint jogos felhasználót (azért, hogy a szolgáltatások költségeit fel tudják számítani), az időosztásos rendszer egy sor kérdést tesz fel. Mindegyik kérdés a keresés szűkítésére irányul, és mindegyik válasz után a gép közli, hány tétel elégíti ki a feltételeimet. Először meg-

kérdezi, hogy szerzőt vagy címet tudok-e mondani; ha nem, akkor elkezd a meglehetősen hosszadalmas témabehatárolást. Amikor kifogy a javaslatokból, felajánlja, hogy a megmaradt kivonatokat átnézi kulcsszavak és kifejezések szempontjából. Ha úgy ítélem meg, hogy sikerült a kört eléggé leszűkítenie, akkor elém teszi a kivonatokat. Mindegyik után megkérdezi, hogy érdekel-e maga az anyag. Ha igen, akkor kikeresi a katalógusszámot, és elküldeti nekem a megrendelt oldalak egy másolatát.

Ha ezt az eljárást tökéletesítjük, akkor biztosra veszem, hogy egy terminálnál tíz perc alatt többet fogunk megtudni, mintha órákat töltenénk el könyvtári katalógusok böngészésével és könyvek lapozgatásával.

Az átvitel problémája

Tegyük fel, hogy gondos keresgélés eredményeképpen a felhasználó kiválasztott három cikket. Az időosztásos rendszer mindegyiknek kikereszte a hívószámát és a megfelelő mágnesszalag-olvasót beállította a kívánt oldalakhoz. És most, hogyan tovább?

Olcsó megoldási lehetőség, ha fotokópia készül az anyagról, és az postán jut el a felhasználóhoz. Meggyőződésem azonban, hogy sokkal jobb módszert is találhatunk. Miért ne küldhetnénk el a képet azonnal a fogyasztóhoz, hogy a cikk egy példánya percekben belül a rendelkezésére álljon? Nem kétséges, hogy ilyen képtovábbítást a mai technológiával símán megvalósíthatunk. A kérdés csak az, vajon biztosítani tudunk-e elegendő sávszélességet,

hogy több ezer felhasználót egyszerre ki tudjunk szolgálni.

Próbáljuk megbecsülni, mekkora forgalma lenne egy ilyen országos referencia-könyvtárnak. Tegyük fel, hogy kezdetben mintegy kétezer egyetemi, főiskolai és más tudományos könyvtárat látna el. Tegyük fel azt is, hogy 400 ezer kutatónk van, és mindegyikük heti ötven oldalt kér. (Azt hiszem, hogy ezzel bőkezűen mértük fel a tényleges igényeket.) Mindehhez másodpercenként körülbelül száz oldal továbbítása szükséges.

A távközlési gondokat enyhítené, ha az országos automatizált referencia-könyvtár fiókkönyvtárakat létesítene, és ezt bőven indokolja a nagy forgalom. Amint arról a 6. fejezetben szó volt, kilenc regionális számítóközpont hatékonyan el tudná látni az Egyesült Államok egész területét. Mindegyiket ellátnánk egy-egy fiókkönyvtárral, és én egy tizediket is javasolnék, New Englandben, mert itt nagyon sűrű a könyvtárhálózat. Tíz fiókkönyvtárral az átviteli távolságokat már jelentősen le tudnánk csökkenteni, de még így is mindegyik központnak másodpercenként körülbelül tíz oldal továbbítására kell felkészülnie.

Ez a mennyiség, igaz, hogy szűken, de megvalósítható a mai eszközökkel. Az Iskolatelevízió egy vagy több csatornáját megkapná az országos könyvtár, és az egyes oldalakat a tv-adások jelenlegi technikájával továbbítanánk. Vagy esetleg először mikrohullámú láncon keresztül speciális elosztóhelyekre kerülnének, és onnan valamilyen olcsóbb módszerrel jutnának el az egyes könyvtárakba. Vagy ha ez sem elegendő, az országos referencia-könyvtár műholdakat is igénybe vehetne. Nem állítom, hogy tudom a

probléma végleges megoldását, de biztos vagyok benne, hogy ilyen létezik.

Térjünk vissza a felhasználóhoz, aki kiválasztott három cikket, és a megfelelő ötven oldal már meg is érkezett a helyi könyvtárba. Milyen formában álljanak a képek rendelkezésre? Eleinte afelé hajlottam, hogy egy televíziószerű terminálon jelenjenek meg, amit az ember kedve szerint olvasgathat. Egyik dartmouthi kollégám, Robert Hargraves azonban meggyőződött arról, hogy sokkal hatékonyabb és hosszú távon olcsóbb is, ha a megfelelő oldalokról fotokópiát készítünk, és ezeket a felhasználó hazaviheti magával. Így a keresgélés eredményeként egyrészt tudomást szerez a fellelhető információs anyagról, másrészt pedig egy-egy „különlenyomatot” kap azokról a cikkekről, amelyeket alaposabban át akar tanulmányozni.

Ha ez a rendszer beválik, akkor érdekes fordulat állhat be a tudományos munkák publikációjának jelenlegi gyakorlatában. Könyvek és cikkek magas példányszámú megjelentetése helyett, amelyek nagy részét soha senki sem olvassa el, a cikknek egyetlen másolatát elhelyeznénk az országos könyvtárban (vagy egyet-egyet mindegyik fiókönyvtárban), és további példányokat nyomtatnánk, ha valaki konkrétan kéri a cikket. Ez első látásra költséges szórakozásnak tűnhet. Nem vitás, hogy egy konkrét anyag beszerzése így többbe kerül, mintha az nyomdai sorozattermékként készült volna. Az utóbbi esetben viszont csak úgy juthatnánk hozzá, ha előfizetnénk az egész folyóíratra, amelynek a legnagyobb része esetleg teljesen érdektelen számunkra. A legtöbb ember boldogan megfizetné a komputer segítségét, ha az megkönnyítené az őt feltehetően érdeklő cikkek keresését, és ha csak azok a cikkek

kerülnének fel a könyvespolcára, amelyek az ő számára tényleg fontosak, és így nem kellene a régi folyóiratok évfolyamaival telezsúfolnia a szekrényeit. Továbbá, a javasolt eljárás mellett fontos új eredmények kevésbé kerülhetnék el az ember figyelmét.

Tekintsük át még egyszer a „kölcsönzési” folyamatot. Egy időosztásos rendszerben megvalósított beszélgetéssel a felhasználó kikeresgéli az országos referencia-könyvtárból azokat az anyagokat, amelyek őt pillanatnyilag érdeklik. Ha a szóba jöhető cikkek számát sikerült ésszerű határok alá szorítani, akkor el kezdi olvasni a kivonatokat, még mindig időosztásos keretek között. Megjelöli azokat az anyagokat, amelyeket szeretne megkapni, és a gépi olvasófejek máris „fellapozzák” a könyv vagy folyóirat megfelelő oldalait. Ezek képei azután tv-n vagy mikrohullámú láncon keresztül jutnak el a felhasználó lakásába, egy xerox-géphez hasonló készülékre. Néhány perc, és az ügyfél a kért anyagok másolataival távozhat a termináltól.

Értékelés

Egy országos automatizált tudományos könyvtár létrehozása új fejezetet nyitna az ember és a gép életközösségében. Az ismeretanyag olyan óriásira nőtt, hogy senki sem tud egyedül hatékonyan dolgozni vele. Ezért a modern számítógép erejét kell igénybe vennünk, hogy ebből a hatalmas ismerettárból ki tudjuk bányászni a munkánkhoz szükséges morzsákat. Az általam javasolt sémában a komputer hármas szerepet játszik. Először: katalógust készít, és segít, hogy ezt hatékonyan tudjuk használni. Má-

sodszor: ha túl sok olyan cikk van, ami esetleg érdekes lehet a számunkra, akkor beszélgetni kezd velünk, és pontosabban behatárolja a keresett anyagot. Már egymagában ez a tulajdonság indokolná az automatikus referenciakönyvtár felállítását. Végül, ha tisztázódtak a kért cikkek, a gép ezeket gyorsan kikeresi a millió és millió kötet közül, és elküldi a felhasználónak.

Számos érdekes kérdés vehető fel. Például, feleslegessé tenné-e egy ilyen rendszer a szakkönyvtárosokat? Nem hiszem. Lényegesen megváltozna azonban a szerepkörük; nem nekik kellene többé az olvasók számára a szükséges anyagot megtalálniuk, hanem ehelyett a számítógépes keresésben nyújtának segítséget.

Mi történne a nyomdákkal és a kiadókkal? Amint említettem, szerintem továbbra is sok-sok különféle típusú könyv jelenne meg. Biztosra veszem azonban, hogy egy automatizált könyvtár létrejötte jelentősen csökkenti majd a nyomtatási igényeket. A kiadók válogató és szerkesztői tevékenységére viszont továbbra is változatlanul szükség lesz. Sőt, a szerkesztési feladatok bizonyos mértékig meg is növekednek, hiszen bármilyen anyag csak azután kerülhet az automatizált könyvtárba, ha előbb gondos munkával kivonat készült róla, és pontosan feltérképezték, hogy a tárgykatalógusban mely témáknál szerepeljen.

Így nem kell aggódnunk a szerkesztők és lektorok jövője miatt, hiszen alaposan elfoglalja majd őket az automatizált könyvtár anyagainak előkészítése. A döntő különbség az lesz, hogy a végleges formában elkészült kéziratot gépelés és kinyomtatás helyett lefényképezik, miniatürizálják, és beteszik a számítógép memóriájába.

A mikor először publikáltam ezt a javaslatomat, számos

levelet kaptam kiadóktól és szerzők képviselőitől, akiket mélységesen aggasztott a szerzői díjak kérdése. Ez a tudományos publikációknál általában kevésbé okoz problémát. Az ilyen cikkek szerzői ugyanis legtöbbször egyáltalán nem kapnak pénzt a munkájukért. Azokra az esetekre azonban, ahol ez a kérdés lényeges, a következőket javaslom. Ma a szerzői díjakat az eladott példányszám alapján állapítják meg. Ehelyett azt indítványozom, hogy a használat aránya szerint fizessenek az alkotónak. A gép könyvedén számon tudja tartani, hányszor kértek egy adott cikket vagy könyvrészletet a helyi könyvtárakból. Mivel minden egyes „kölcsonzésnél” a felhasználónak meghatározott összeget kell fizetnie, ennek egy részét a szerző kaphatná meg. (Ez a rendszer hasonlítana ahhoz, ahogy a rádió fizet használati díjat a lejátszott hanglemezek után.) Ily módon a szerzők is pontos képet nyernének arról, hányan olvassák a munkájukat. Ez lényegesen realisabb lenne, mint a mai visszajelzés, hiszen bizonyos típusú könyveket sokan megvásárolnak, de kevesen olvasnak el. Másfelől viszont, egy könyvtárban egy fontos kézikönyv egyetlen példányát százak vagy esetleg ezrek is használják.

Talán a társadalom számára a legnagyobb előnyt az jelenti majd, ha egyes szerzők rájönnek, hogy a kutya se kíváncsi arra, amit ők írnak, és ezért jelentősen lecsökken az értéktelen publikációs anyagok száma.

Intő szó

Ebben a könyvben mindvégig a számítógépek és az automatizálás pozitív vonatkozásait hangsúlyozom. Más könyvek a gépek jó és rossz használatából származó veszélyeket emelték ki. Úgy érzem azonban, hogy most egy fontos dologra fel kell hívnom a figyelmet. Megfelelő biztosítékok nélkül egy országos referencia-könyvtár veszélyes fegyverré válhat a kormány kezében a „nemkívánatos” tudás elhallgattatására. Már önmagában ezért is elengedhetetlenül szükséges, hogy ezer és ezer más könyvtár továbbra is működjön. És noha a beruházási költségek miatt a tervet csak kormány szinten lehet megvalósítani, ha az országos könyvtár egyszer már létrejött, ennek irányítását és ellenőrzését egy könyvtárosokból, kiadókból és felhasználókból álló különleges testület végezze, ne pedig egy kormányhivatal.

9. Számítógépek a vezetésben

A mai helyzet

Noha a modern számítógépeket tudományos feladatok megoldására hozták létre, nagyon hamar kiderült, hogy az üzleti életben és az iparban is óriási segítséget nyújthatnak. A komputerek gyerekkorából származik az a kedves történet, hogyan vonta ki a használatból az IBM az egyik saját számítógépét. Amikor az IBM meggyőződött róla, hogy az általános felhasználású (vagy „tudományos”) gépei már jól beváltak, a cég elhatározta, hogy kifejleszt a gazdasági élet céljaira is egy speciális masinát. Ez utóbbi azonban meglehetősen rövid életű lett, mert kiderült, hogy az általános felhasználású tudományos gépet sokkal jobban lehet alkalmazni a gazdasági problémáknál is, mint a speciálisan ilyen célokra szerkesztett készüléket.

Ma már teljesen megszokott, hogy ugyanazt a típusú komputert az egyik intézmény gazdasági, a másik pedig tudományos feladatok megoldására használja. Sőt, sok esetben egy és ugyanaz a gép a nap egyik részében gazdasági kérdésekkel foglalkozik, másik részében pedig az oktatás és a kutatás szolgálatában áll. Még tovább menve, időosztásos rendszerben a gép akár egyszerre csinálhatja mind a kettőt.

Ma a gazdasági alkalmazások zöme a könyvelési kate-

góriába tartozik. Például: az ország legnagyobb részében számítógépek készítik a fizetési jegyzékeket. Ez ideális alkalmazása a számítógépnek, hiszen teljesen mechanikus munka, nagy pontosságot igényel, és sokszorosán ismétlődik. Az alkalmazottak bérszámfejtéséhez nagy, de egyszerű adatbázis kell, és ebből egyenes algoritmussal lehet a havi fizetéseket és a különféle levonásokat kiszámolni. Emberi beavatkozásra csak ritkán van szükség. Az új alkalmazottak neveit fel kell venni a listára, vagy egyes régiekét törölni kell. Időnként – általában évente egyszer – megváltoznak a fizetések. És néha a levonások rendszerét is módosítani kell, amikor a kormány felemeli a társadalombiztosítási járulékot, vagy amikor valaki további adókedvezményben részesül. Az órabéres munkáknál be kell még vinni a gépbe az egyes emberek által ledolgozott időket; ettől eltekintve a folyamat automatikus.

Számos vállalatnál ez a rendszer évek óta pontosan és hibátlanul működik, leszámítva egy-egy emberi tévedést. Más jól ismert alkalmazások: a cég számláinak a kezelése, leltárellenőrzés, és a dolgozók – illetve a főiskolákon a hallgatók – nyilvántartása.

Személyes tapasztalat alapján tanúsíthatom, hogy amióta a dartmouthi főiskola bevezette a hallgatók jól megtervezett automatikus nyilvántartási rendszerét, mind az oktatók, mind a diákok részéről lényegesen kevesebb panasz merült fel. Pontos és jól olvasható évfolyamnévssorokat kapunk a félév elején, majd akkor is, amikor a szakosodások lezárultak. Az osztályzatok adminisztrációja egyszerűen és gyorsan történik, és a hallgatók és szüleik is sokkal gyorsabb és pontosabb tájékoztatást kapnak, mint a manuális rendszer idejében. Ezenfelül új szolgáltatások

váltak lehetővé. Például, a matematikai tanszék most minden év végén megkapja a diákok összes matematikai osztályzatát. Ez óriási segítséget jelent az elhelyezkedéssel kapcsolatos tanácsadáskor és az ajánlólevelek írásakor.

Noha a legtöbb rendszer jól működik, előfordult számos katasztrófa is. Egyes vállalatok elfogadták a számítógépgyártó cégek túlzottan optimista becsléseit az új rendszer megvalósítási idejéről és fenntartási költségeiről. Úgy hallani, hogy komoly intézmények is átmenetileg működésképtelenné válnak egy gép „rossz viselkedése” miatt. Még gyakoribb az, hogy a vállalat ugyan sikeresen átállt az automatizált könyvelésre, de kiderült, hogy így több pénz megy el erre, és a szolgáltatások gyakorlatilag semmivel sem lettek jobbak. Ilyen jellegű helytelen vezetői döntések minden technikai újításnál előfordulnak, és nem szabad az új technikát hibáztatni ezért.

Már korábban megjegyeztem, hogy a gépekkel kapcsolatos panaszok nagy része abból adódik, hogy eleinte a vállalatok kizárólag a hatékonyság növelésére vagy pénz megtakarítására használták a komputereket, és figyelembe sem vették, hogy ez milyen hatással van a fogyasztóknak nyújtott szolgáltatásokra. Számos jó példa bizonyítja, hogy ez is inkább a gyenge vezetésnek köszönhető, nem pedig a gépek velejáró fogyatékosága. A bankok és a légitársaságok az elsők között vezették be a modern számítógépek kifinomultabb használatát. Ily módon sikerült csökkenteniük a költségeket, és pontosabbá tudták tenni a nyilvántartási rendszert. Emellett teljesen új és keresett szolgáltatásokkal lepték meg a fogyasztókat.

A bankokban ma már egy sor takarékbetét- és kölcsönügylet (köztük automatikus kölcsönök) lebonyolítása le-

hetséges. Úgy tudom, hogy ezek a szolgáltatások egyszerűen nem lettek volna gazdaságosak kézi könyvelés esetén. A repülőutak kényelmét nagymértékben fokozta a helyfoglalási rendszerek hatékonysága. Nemrégiben egy kisebb légitársasággal Washingtonba akartam utazni. Egy késő esti járatra biztosítottak helyet, de előjegyzésbe vettek a korábbi, kedvezőbb időpontra is. Amikor megérkeztem a repülőtérre, a társaság komputere jóvoltából felszállhattam a korábbi gépre, ugyanis közben lemondás történt. Ily módon egy kiadós éjszakai alvást köszönhetek a komputernek. A légitársaság is jól járt mind a profit, mind az ügyfelek kielégítése szempontjából, mert a repülőgépen is betelt minden hely, és a lépcső aljánál sem maradt dühöngő utas.

Információs rendszerek a vezetésben

A fenti példák jól mutatják a számítógépek használhatóságát a könyvelési tevékenységben. Az irányítás tervezési és döntési folyamataiban azonban egyelőre nemigen jutottak szerephez a komputerek. Szomorúan kell megállapítanunk, hogy noha ezek a könyvelési rendszerek felbecsülhetetlen segítséget nyújthatnának a vezetésben, de szűk látókörű tervezésük folytán alig vagy egyáltalán nem használhatók a magasabb szintű hatáskörökben.

A nehézség illusztrálására elmondok egy dartmouthi példát. Tizenöt évvel ezelőtt a főiskola Nevelési Bizottsága nyugtalankodni kezdett amiatt, vajon a mérnökhallgatók kielégítő általános műveltségi képzést kapnak-e. A főiskolán ugyanis széles körben elterjedt az a hiedelem,

hogyan a leendő mérnökök sokkal rosszabbul szerepelnek az angolórákon, mint a többi diák. Nem vitás, hogy ez konkrét egyedi tapasztalatokon alapult: egy diákról, aki nagyon rosszul felelt angolból, a tanár kiderítette, hogy mérnökhallgató. Tipikus emberi tulajdonság, hogy az előítéletünket megerősítő példák nagy hatást gyakorolnak ránk, míg az ellenkezőkről alig veszünk tudomást. Két egyetemi tanárt bíztak meg azzal, hogy gyűjtsenek adatokat a mérnökhallgatók angol-eredményeiről. Két hónapig keményen dolgoztak, a kézzel írott jelentések tömegét böngészték végig, amíg kiderült, hogy a hiedelem teljesen megalapozatlan. Statisztikailag nem találtak lényeges különbséget a mérnök- és nem mérnök hallgatók angol osztályzatai között: sőt az előbbiek jegyei még valamivel magasabbak is voltak. Ma mindezeket a kimutatásokat automatizált formában tároljuk, és ezért azt hihetnénk, hogy a két professzor dolga ma sokkal egyszerűbb lenne. Sajnos, nem ez a helyzet.

A hallgatói nyilvántartások vezetése, éppúgy, mint a fizetési jegyzékeké, ideálisan megvalósítható a köteget feldolgozásban. Óriási adatsorok követik egymást, meghatározott szabályok szerint. A hallgatói nyilvántartások esetében, ha egyszer sikerült hibátlan programokat írunk a jegyek bevitelére és az évfolyam, illetve az összesített átlagok kiszámítására, akkor ezeket újra és újra fel lehet használni. Ezek azonban nem kutatási célokra készültek, és a köteget feldolgozás egyik legnagyobb hátránya, hogy a programok átdolgozása nagyon idő- és költségigényes.

Tavaly ugyanez a bizottság meg akarta vizsgálni, milyen minta szerint választják a diákok az egyes idegen nyelveket. Noha bizonyos értelemben az összes szükséges in-

formáció rendelkezésre állt a számítógépen, a bizottság szinte legyőzhetetlen akadályokba ütközött. Például, a gép nem ismeri fel az „idegen nyelv” szót, és ha ezt esetleg meg is tudják neki magyarázni, nem értené meg, mit jelent a „minta”. Legfeljett azt tudná felsorolni, hogy milyen nyelvtanfolyamokat választott a 3200 hallgató, de ezeket a listákat utána még hetekig kellene tanulmányoznunk, amíg a keresett információt megkapnánk.

Kidolgoztunk egy tervet ennek a problémának a megoldására. Minden évben átvisszük az összesített hallgatói nyilvántartásokat a köteget feldolgozású könyvelési rendszerből a DIR-re. Megtartjuk őket eredeti formájukban, csak a diákok azonosítását töröljük, hogy megőrizzük a hallgatók eredményeinek titkosságát, és átrendezzük az adatokat úgy, hogy a pedagógiai kutatások céljaira alkalmasabbak legyenek. Ezután néhány programot írunk, amelyeket jól lehet hasznosítani pedagógiai vizsgálatokban. Ha egyszer az adatok jól kezelhető alakban vannak, akkor még abban az esetben is, ha a kész programok közül egyiket sem tudjuk közvetlenül alkalmazni, időosztásos rendszerben könnyen készíthetünk új programot a speciális vizsgálat céljaira. Például, ha arra vagyunk kíváncsiak, hogy a hallgatók milyen minta szerint választják az idegen nyelveket, az ehhez szükséges program megírása és lefuttatása egyetlen ember két-három napi munkájába kerül. Ily módon a hallgatói nyilvántartások könyvelési anyagból a vezetésben hasznosítható információs rendszerre válnak.

Hasonlóképpen járhatunk el a vállalatok fizetési jegyzékeivel, személyzeti nyilvántartásával és számlarendszerével. Ha az ezekben felhalmozott nagy mennyiségű értékes adathoz egy időosztásos rendszerben is hozzáférhetünk,

akkor ezt kiválóan hasznosíthatjuk az irányításban. Az az érzésem azonban, hogy a fenti esetekben ez az átalakítás nem lenne egyszerű. Már Dartmouth saját könyvelési rendszere is számos szempont figyelembevételével készült. Először is, ezer és ezer különféle költségvetési kategória ellenőrzésére szolgál. Könnyen áttekinthető a könyvvizsgálók számára, akik így biztosítani tudják a Főiskolai Tanácsot arról, hogy senki sem sikkasztja el az intézmény pénzét. Számos követelményt kell kielégítenie, hogy megfeleljen a kormány által előírt sok-sok rendeletnek a munkavállalással, az adózással, és az állami támogatás ellenőrzésével kapcsolatban. Nem úgy tervezték, hogy különösen alkalmas legyen a költségvetési előirányzatok elkészítésére és hosszú távú tervezésre.

Herbert Simon, a kiváló amerikai társadalomtudós, dilemmánkat úgy jellemzi, hogy „információgazdag világban” élünk, és rámutat, hogy a probléma nem az elégtelen információból adódik, hanem éppen abból az információáradatból, amit képtelenek vagyunk feldolgozni. Hála Dartmouth hatékony számítógépes könyvelési rendszerének, pontosan tudjuk vezetni a sok ezer elszámolást, de a rendszer egyik mellékterméke az is, hogy a főiskola pénzügyeiről olyan bonyolult információrengeteg áll előttünk, amellyel az emberek a számítógép segítsége nélkül nem tudnak megbirkózni. Simon tétele az, hogy egy jó információs rendszer ne a lehető legtöbb információval lászon el bennünket, hanem azzal a lehető legkevesebbvel, ami a munkánkhoz szükséges.*

* Herbert Simon: *Designing Organizations for an Information-rich World*, a Martin Greenberger szerkesztésében megjelent *Computers, Communication and the Public Interest* c. könyvben (Baltimore, John Hopkins Press, 1971.)

Mivel a dartmouthi könyvelési rendszer készpénzelszámolásokon alapszik, a pénzügyi tisztviselő könnyen ellenőrizheti, hogy egy adott hivatalnok hét hónap alatt a ráeső éves pénzmennyiségnek több mint a héttizenketted részét költötte-e el. Azonban fogalma sincs arról, nem vállalt-e az illető olyan kötelezettségeket, amelyek meghaladják a teljes összeget. Ez tipikus példája az olyan rendszernek, amelyet egyetlen cél figyelembevételével készítettek el, teljesen megfeledkezve egy másik, éppoly fontos szempont-ról. Mivel egy főiskolán nem várható el, hogy minden egyes kutató, vagy akár csak mindegyik tanszékvezető pénzügyi szakember legyen, ez veszélyes életvitel. Valóban, minden költségvetési év végén ki kell böjtölnünk egy kéthónapos „zárszámadási” időszakot, amíg megtudjuk, hogy az előirányzatnak megfelelően, vagy pedig komoly deficittel zártuk-e az évet.

Az irányításban jól használható információs rendszer célja nem az, hogy sok információval lásson el bennünket. A komputer feladata, hogy tárolja ezt a rengeteg információt, és kérésre összefoglaló jelentést bocsásson a vezetők rendelkezésére, vagy pedig jelezzon bizonyos veszélyhelyzeteket, amelyek figyelésére megbízást kapott. Például, a kiadások és a vállalt kötelezettségek alapján becsülje meg az egyes költségvetési kategóriák várható éves terhelését, és ha ez lényegesen meghaladja a tervezetet, akkor azonnal értesítse a pénzügyi osztályt. Tudjon továbbá bármilyen kérésre megfelelő áttekintő tájékoztatást adni, és ne csak olyan formákban, ahogyan azt valamilyen programozó jónak látta.

Amikor megválasztottak a dartmouthi főiskola rektorának, általános volt az a tévhit, hogy én megértőbb leszek

a számítógépek „sajátosságaival” szemben, mint a vezetők többsége. Ennek pontosan az ellenkezője igaz. Amikor egy újfajta működési módot akarunk megvalósítani, akkor az idegeimre megy az a kijelentés, hogy „a komputer nem tudja ezt így megcsinálni”. Tudom, hogy ez a mondat alapjaiban hamis. Valójában azt jelenti, hogy a rendszert túl merevre tervezték, és a programozók úgy érzik, hogy túl sok fáradságba kerülne az átdolgozása.

Rektorságom első évében pillanatnyi pénzzavarba kerültünk. Ezért kíváncsi voltam, milyen hatással lenne az öregdiákok alapítványára, ha módosítanánk az adományozási rendszert. A munkatársaim elém tettek egy gyönyörű nyomtatott táblázatot, amelyben megtalálhattam minden egyes osztálynál a donorok számát és a befolyt teljes összeget is az adományok nagysága szerint csoportosítva. Ez sokkal több információt tartalmazott, mint amennyit egy ember képes lenne áttekinteni. Ezért meg kellett kérnem a titkáromat, hogy fogja mindezt a komputer gyártotta információt, és gépelje vissza a komputerbe. Ezután egy óra alatt megírtam a megfelelő programot, és megkaptam a szükséges elemzést. A történet tanulsága az, hogy ennek a rengeteg információnak végig benne kellett volna maradnia a gép memóriájában. Semmilyen információs rendszer célja se legyen az, hogy hatalmas táblázatokat nyomtasson, hanem ehelyett inkább olyan formában tárolja az adatokat, hogy megfelelő összefoglaló jelentéseket lehessen belőlük számítani.

Hasonló tapasztalatok vonatkoznak az oktatók éves előléptetési gyakorlatára is. Minden évben el kell készíteni azoknak a docenseknek a listáját, akik bizonyos időt már eltöltöttek ebben a beosztásban, nehogy bárki is kimarad-

hasson az egyetemi tanári kinevezéseknél. Noha nagyszerű számítógépes nyilvántartásunk van az összes oktatóról, és ebben rengeteg információ szerepel, egészen a legutóbbi időkhöz egy titkárnak végig kellett szaladnia a névsoron, hogy kiválassza azokat a régi docenseket, akiket ideje már előléptetni. Ez nemcsak időpocsékolást, hanem kellemetlen hibákat is eredményezett. Ma a nyilvántartás egy másolata megtalálható a gép memóriájában, és a kérdéses lista, és a hozzá hasonló, egy perc alatt elkészíthetők.

Mi kell ahhoz, hogy a vezetésben jól használható információs rendszert hozzunk létre? Mivel a vállalatok többsége hatalmas információmennyiséget tárol a számítógépben, információban általában nincs hiány. Lényeges azonban, hogy az információs rendszerek tervezésénél nagy figyelmet szenteljünk annak, hogyan is akarjuk majd az információt visszakapni. Ehhez az kell, hogy az igazgatóság pontosan elmagyarázza a rendszer készítőjének, milyen fajta információra van szükség és milyen formában. Az is kell, hogy a tervező elegendő fantáziával rendelkezzen, és ne csak a mai szükségletnek megfelelő rendszert alkosson, hanem olyat, amelyik elég rugalmasan átalakítható a jövő igényei szerint.

Emellett lehetséges, hogy komoly oktatásban kell részesíteni az információval foglalkozó alkalmazottakat. Nem időpocsékolás, ha ez egységesen történik, és az intézményre csak hasznos lehet; jelentheti azonban régi szokások megváltoztatását. Lehet, hogy a vezetőségben valakinek ítélnie kell, melyik osztály térjen át új információ-tárolási rendszerre. És, ami esetleg a legfájóbb pont, a közép- és felsőszintű vezetésnek meg kell tanulnia, hogy a rendelkezésére álló összes információt ki tudja használni.

Egyszerű gazdasági számítás mutatja, hogy évi 25 ezer dolláros fizetés mellett nem engedhetjük meg valakinek, hogy egy hétig kézzel csinálgassa azt, amit egy számítógép öt perc alatt el tud végezni!

Modellek

A legtöbb nagyobb vállalatnak hatékony automatizált könyvelési rendszere van. Néhány helyen már megvalósították a vezetésben jól használható információs rendszert, és még többen mostanában alakítják ki ezt. Azonban az irányítás magasabb szintjein még egy harmadik fokozatra lenne szükség. Legjobb tudomásom szerint eddig még egyetlen vállalat sem jutott el.

A felső vezetésnek a hosszú távú tervezéshez és a döntések meghozatalához a vállalat működésének egy modelljére van szüksége. „Modell”-en a vállalat tevékenységének egy elméleti leírását értem. Ez állhat egy képlethalmazból, vagy akár egy számítógépprogramból. A modellnek szükséges előfeltétele, hogy létezzen hatékony információs rendszer, ez utóbbi azonban önmaga még nem pótolja a modellt. A nehézségeket ismét egy konkrét példával szeretném illusztrálni. A dartmouthi főiskola fontolóra vette, hogy áttérjen-e az egész éves oktatási rendszerre, azaz beiktasson-e még egy nyári tanulmányi időszakot is a meglevő három mellé. Ehhez a következő döntő kérdésre kell választ kapnunk: ha az őszi, téli és tavaszi rendes beiratkozásokon kívül további ezerkétszáz nyári hallgatót is felvesszünk, ez mennyivel növeli meg a főiskola kiadásait? A választ azután összehasonlíthatnánk az új tandíjakból

származó többletbevétellel, és így racionális döntést tudnánk hozni. Nagyon nyomasztó az a tudat, hogy noha bizonyos értelemben az összes szükséges információ a rendelkezésünkre áll a számítógépben, a kérdésre mégiscsak okos találgatásokkal kell felelnünk gondos számítások helyett.

Biztosra veszem, hogy egyik egyetem sincs pontosan tisztában azzal, milyen kapcsolat van az új tantervek és az ezekből származó költségnövekedés között. Például, Dartmouthban könnyen ki tudjuk számítani az egy hallgatóra eső könyvtári kiadást, ez a szám azonban nem mond semmit. Nagyszerű könyvtárat tartunk fenn, mert az oktatók és a hallgatók ilyet várnak el. Ha ezerrel több vagy kevesebb diákunk lenne, ez vajmi kevésbé befolyásolná a könyvtár költségvetését. Ha ellenben jogi kart létesítenénk, mindössze száz hallgatóval, ez jelentősen megnövelné a könyvtári kiadásokat.

Kiszámíthatjuk, hogy ezerrel több diák esetén hány fővel kellene növelni az oktatói létszámot. Készíthetünk becslést arra is, hogy mennyivel több tanári szobára és tanteremre lenne szükség, ez azonban legfeljebb találgatás lenne, esetleg nagyon is kockázatos találgatás. Gyakran esünk abba a hibába, hogy a költségnövekedést „lineárisnak” tételezzük fel (a számokhoz viszonyítva). Tudom, hogy a meglevő és a jelenleg tervezés alatt álló főiskolai épületek huszonöt fővel nagyobb tanszemélyzetet is elbírnak minden átalakítás nélkül. Ötven új oktató esetén azonban a főiskolák fele már nem tudná elhelyezni a tanszékeket. És mivel az egyes tanszékek dolgozói közel szeretnének egymáshoz lenni, az átépítési költségek ijesztő méreteket öltenének.

Azt sem tudjuk pontosan, hogy bizonyos számú új hallgató¹ és oktató felvétele milyen hatással van a segéd-személyzet létszámára és az adminisztráció nagyságára. Mivel a segéd-személyzet éves szerződések szerint dolgozik, azt mondhatnánk, hogy nemigen jelentene többletkiadást, még ha jelentős számú diák tanulna is nyáron az egyetemen. Fennáll azonban annak a veszélye, hogy ha a kollégiumok karbantartási munkáit a rövid tanítási szünetek idejére kell összezsúfolni, akkor nagyon sok túlórát kell kifizetnünk a dolgozóknak. És ez csak néhány a sok kérdőjel közül, amelyek egy új oktatási rendszer esetén felmerülnek, és amelyekre választ kell adnunk – okos találgatással –, amikor a költségeket próbáljuk megbecsülni.

Nagy szükségét érzem annak, hogy a dartmouthi főiskola működését modellezni tudjuk. Egy ilyen modell tartalmazná a különböző kategóriák létszámát, a tárgyi adottságokat és az egyes tevékenységekhez a fő költségvetési irányzatok által biztosított pénzösszegeket. Ami azonban ennél fontosabb, szerepelnének benne az egyes tényezők dinamikus kölcsönhatásai. A modellnek olyan képleteket is magában kell foglalnia, amelyekből egy tervbe vett hallgatói létszámnövekedés esetén a számítógép meg tudja határozni, hány új oktatóra, milyen új létesítményekre van szükség, és ennek megfelelően milyen módosítást kell végrehajtani a kisegítő és az adminisztratív személyzetben, hogy eleget tudjunk tenni a megnövekedett igényeknek.

A modern időosztásos számítógéprendszer ideálisan alkalmas egy modell elkészítéséhez. Az ilyen modellek komoly szerepet kezdenek játszani a társadalomtudományokban. A gépben felépíthetjük az intézmény kicsinyített mását, gondosan leírva, hogy a különböző komponensek mi-

lyen kölcsönhatásban állnak egymással. Egy ilyen modell megszerkesztésénél a nehézséget nem a komputerök tökéletlensége okozza, és nem is az, hogy túlfutó ravasz programot kell írunk, hanem az, hogy nem tudjuk igazából, hogyan is működik egy intézmény. Hogy ilyen dinamikus modelleket valóban el lehet készíteni bonyolult intézmények esetében is, azt Jay Forrester mutatta meg.* Természetesen a kezdeti próbálkozások távolról sem lesznek tökéletesek, mint ahogy Forrester modelljei sem azok. A modellalkotás azonban kényszerítené a felső vezetést, hogy az intézmény működéséről kialakított elképzeléseit olyan, eléggé explicit formában fogalmazza meg, amelyet könnyen át lehet írni számítógépprogrammá. És a modell használatán keresztül komoly tapasztalatokat gyűjthetnénk arra nézve, hogy mely feltevések voltak hibásak vagy hiányosak, és az évek során tovább tudnánk fejleszteni a modellt.

Forrester véglegesen bebizonyította, hogy az intuíció csak nagyon gyengén pótolja egy bonyolult társadalmi rendszer működésének alapos ismeretét. Az az érzésem, hogy egy egyetem vagy egy nagyobb gyár modellje, még a legkezdetlegesebb formájában is, lényegesen jobban szolgálná a tervezési célokat, mintha az igazgatóság okos találgatásaira támaszkodunk. A modellt tartom az egyetlen lehetséges eszköznek arra, hogy ne kelljen tehetetlenül szemlélünk a katasztrófák bekövetkezését, hanem meg is tudjuk előzni azokat.

Hogyan festene egy ilyen modell felhasználása a valóságban? Képzeljünk el egy egyetemi tanácsulást vagy egy na-

* Jay Forrester: *Urban Dynamics* (Cambridge, Mass., M.I.T. Press, 1969.) és *World Dynamics* (Cambridge, Mass., Wright-Allen Press, 1971.)

gyobb vállalat igazgatói értekezletét a számítógépes modellek korában. Az egyik tisztségviselő egy új akciótervet javasol. A bizottságnak meg kell vizsgálnia ezt, valamint a lehetséges alternatívákat is. Egy terminálnál ott ül a megfelelő szakember, aki segít a vezetőknek a mérlegelésben. A vita folyamán mondjuk öt különböző akciótervet vetnek fel. A szakember azon nyomban betáplálja ezeket a terveket a számítógépbe, és megbecsülteti a szükséges költségeket, továbbá tájékoztatást kér a bizottság számára a különféle következményekről. A végső döntést továbbra is a testület hozná, azonban így ezt konkrét tényekre tudná alapozni. Egy főiskolai tanács nem egyszerűen a legolcsóbb megoldást választaná, hanem összevetné a költségeket az oktatásban jelentkező előnyökkel. (Mivel egy jól felszerelt magániskolában még az a diák is, aki teljes tandíjat fizet, az oktatási költségeinek csak a felét fedezi, valaki azt mondhatná, hogy akkor lesz „legnagyobb a haszon”, ha egyáltalán nem veszünk fel tanulókat.) Ezért az érdemi döntéseket az ember számára kell fenntartanunk, de a jövőben ezekre azután kerülhetne sor, miután a javaslattal kapcsolatban megtudtuk az összes lényeges tényezőt és az összes következményt, a rövid és a hosszú távúakat egyaránt.

Megint csak az a helyzet, hogy ha az emberek egy munkacsoportban társulnak egy jól programozott számítógéppel, akkor mindkét fél hatékonyabban tudja ellátni a feladatát, mintha külön-külön dolgoznának.

10. Számítógépek a lakásban

Valóban lehetséges?

A Kiewit számítóközpont avatásakor tartott beszédemben, 1965-ben, azt jósltam, hogy 1990-re általánossá válnak a házi terminálok. Vajon mai tudásunk szerint is reális-e ez a jóslat?

Tegyük fel, hogy kezdetben hárommillió otthont akarunk ellátni számítógépes szolgáltatással. Amint a 6. fejezetben jeleztem, kilenc körzeti központtal jól le lehetne fedni az Egyesült Államokat, a kommunikációs költségeket ésszerű korlátok között tartva. Ezért egy központnak átlagosan mintegy 300 ezer fogyasztót kellene kielégíteni; egy időosztásos rendszerben a kulcskérdés azonban nem az, hogy összesen hány fogyasztó van, hanem az, hogy hányan akarják a rendszert egy adott időben egyszerre használni. Ha feltesszük, hogy egy lakás általában napi egy órára veszi igénybe a terminálját, akkor jogosnak látszik az a feltevés, hogy csúcsidőkben a felhasználóknak körülbelül tíz százalékaival kell számolnunk. Ezért egy körzeti központnak egyszerre 30 ezer fogyasztót kell tudnia kiszolgálni.

A legegyszerűbben megoldható probléma a számítógép memóriájának a kérdése. Mivel már megjelentek a piacon a lézersugaras memóriák, amelyek ezer *Encyclopaedia*

Britannicát képesek tárolni és kezelni, így már a mai technológia is alkalmas a memóriaprobléma elintézéséhez. A DIR-en szerzett tapasztalataink alapján nagyon bőkezűnek látszik az a becslés, hogy egy háztartásnak az *Encyclopaedia Britannica* tíz oldalának megfelelő memóriára lenne szüksége. Ez azt jelenti, hogy az ezer enciklopédia terjedelmű memória több mint kétmillió felhasználónak elegendő! Még ha azt is feltesszük, hogy hatalmas adatsorok és nagyon bonyolult programok állnak majd a rendszer fogyasztóinak a rendelkezésére, akkor sem látok semmi nehézséget az igények kielégítésében.

Sokkal komolyabb az a távközlési probléma, amit a 30 ezer szimultán felhasználó jelent. Noha New Yorkban 30 ezernél jóval több a telefonok száma, a szokásos telefonhálózatok működése azon a feltevésen alapul, hogy egy hívás általában percekig és nem órákig tart. Érdekes tapasztalatot szereztünk, amikor a Kiewit számítóközpont épült Hannoverben (New Hampshire). A New England-i Teleföntársaság elküldte udvariassági látogatásra a megbízottait, hogy puhatolják ki, milyen telefonszolgáltatásra lenne szüksége a számítóközpontnak. Amikor jeleztük, hogy a helyi felhasználóinkon kívül szeretnénk ötven New England-i iskolával is összeköttetést teremteni, nagyon nyugodtan vették tudomásul ezt a számot. Megkérdezték, hogy átlagosan milyen hosszú lenne egy beszélgetés. „Nyolc óra” kapták a választ. Ezt teljesen komolyan gondoltuk, hiszen egy iskola általában reggel felhívja a számítóközpontot és a tanítás végéig vonalban marad. Ez egészen új helyzet elé állította a teleföntársaságot, hiszen a White River Junctionig (Vermont), New England északi részének legnagyobb telefonközpontjáig csak tizenhat fő-

vonal vezetett. Könnyen megfoszthattunk volna kétmillió embert az interurbán beszélgetések lehetőségétől, ha az iskolák közül tizenhat kora reggel bejelentkezik, és egész nap használja a rendszert. Egyéves határidővel azonban a telefontársaság könnyen pótolni tudta a szükséges kapacitást.

Nyugodtan jósolhatjuk, hogy 1990-re a számítógépes „beszélgetések” sokkal jobban megterhelik majd a távközlési rendszert, mint az összes telefonhívások együttvéve. Azok azonban, akik a távbeszélő-hálózat jövőjét tervezik, tisztában vannak ezzel a problémával, és bízom benne, hogy a következő két évtizedben hatalmas kapacitásbővülésnek lehetünk majd tanúi. Az összes ehhez szükséges új technológia már rendelkezésre áll, mindamellett sok pénzbe és időbe kerül majd, amíg kiépül egy jelentősen megnagyobbított országos hálózat, amelyben a helyi beszélgetések lehetőségeit is óriási mértékben meg kell növelni. Ez az egyik oka annak, hogy miért látom 1990-et sokkal realisabb határidőnek a lakások millióinak „komputerizálása” szempontjából, mint 1980-at.

Tegyük fel, hogy megoldottuk a körzeti számítóközpontokba befutó 30 ezer szimultán telefonhívás problémáját. Ekkor még mindig szükség van olyan kommunikációs egységekre, amelyek ezeket kezelik. Az információ két-állapotú bitek formájában áramlik ki és be, egy betűhöz általában tíz bit szükséges. Személyes tapasztalatból tudom, hogy másodpercenként harminc betű az ideális sebesség az emberrel folytatott kommunikációban. Ez percenként körülbelül háromszáz szót jelent. Ennél az emberek sokkal lassabban gépelnek, de körülbelül ez az a sebesség, amellyel az információt be tudják fogadni. Mivel lényegesen

több anyag áramlik a géptől a felhasználóhoz, mint fordítva, meglehetősen általános, hogy egy adott időpillanatban a legtöbb terminál éppen „kiír”. Ezért másodpercenként mintegy 10 millió bites információáramlással kell számolnunk. A mai kommunikációs egységek teljesítménye körülbelül tíz mikroszenkundumonként egy bit, azaz másodpercenként 100 ezer bit; ennél fogva mindegyik központban száz kommunikációs egységre van szükség.

Becsüljük meg hasonlóképpen, mekkora lenne a központi egységek terhelése. Ehhez meg kell gondolnunk, mit jelentene egy nagy időosztásos rendszerben egy átlagos felhasználás. A feltevés az, hogy egy átlagos fogyasztói kérés vajmi kevéssé tenné próbára a számítógép képességeit. A DIR-en dolgozók nagy többsége egy tizenöt-húsz perces munkánál négy másodperc vagy még annál is kevesebb tényleges számítási időt vesz igénybe. Azonban átlagnak még ez is túl magas lenne, hiszen ha a fogyasztók száma több millió, akkor az alkalmazásokban sokkal nagyobb szerephez jut a kommunikáció a számítással szemben. Ezért abból indulok ki, hogy egy ember egy óra alatt átlagosan öt másodpercig dolgoztatja a központi egységet. Így a szimultán fogyasztók óránként együttesen 150 ezer másodpercet használnak fel. Ehhez hozzá kell adnunk a belső „rezsit”, amit száz százaléknak veszek. Ez azt jelenti, hogy óránként körülbelül száz óra gépidőre van szükség; más szavakkal: száz párhuzamos központi egységet kell munkába állítanunk.

Az előző számításoknál azonban a komputer mai képességeit vettem alapul. És bár jeleztem, hogy nem várok látványos sebességnövekedést, mindenképpen jogosnak látszik az a feltevés, hogy 1990-ben gépeink gyorsasága

megtízszereződik. Ezért a számítóközpont teljes terhelését el tudja majd látni tíz központi plusz tíz kommunikációs egység. Ez a méret pedig teljesen elfogadható egy több egységes (multiprocesszoros) számítóközpontnál.

Csökkenthetők-e azonban a költségek annyira, hogy egy átlagos háztartás megengedhessen magának egy terminált? A költségek kérdésében a becsléseim valószínűleg ingatag talajon állanak. Ha azonban nagyot is tévedek, valószínűleg felfelé csúszom el, hiszen egy nagy technikai áttörés jelentős olcsóbbodást idézhet elő. Ha a dartmouthi számítóközpontot kereskedelmi jelleggel üzemeltetnénk, évi költségvetése 1 millió dollár körül mozogna. (Magára a főiskolára eső rész ennél jóval kevesebb.) Ez a rendszer két központi és két kommunikációs egységgel dolgozik. Így egy ötször nagyobb számítóközponthoz évente körülbelül 10 millió dollárra lenne szükség. Azonban a jövő gépeiről beszélünk, és ezeket tízszer gyorsabbaknak képzeljük. Eddig állandóan azt tapasztaltuk, hogy noha a gyorsabb gépek többbe kerülnek, a költségnövekedés nem arányos. Ezért úgy számítom, hogy a tízszer gyorsabb komputer háromszor olyan drága lesz, és ez akkor 30 millió dolláros évi költségvetést jelent. Ebből egy fogyasztóra csak évi száz dollár esik. Így minden reményünk megvan arra, hogy 1990-ben havi tíz dollárért már napi egy óra terminálidőt kaphatunk (1971-es dollárértékben számolva). Ha esetleg rosszul becsültünk, és ezt az összeget még kettővel vagy hárommal meg kell szorozni, akkor is joggal feltételezhetjük, hogy millió és millió otthonban jelennek majd meg a terminálok.

Még egy – már említett – komoly akadályt kell leküzdenünk: olcsóbbá kell tenni a terminálokat. 1990-re azonban,

sok millió fogyasztóval számolva, egy megbízható és tetszetős terminál már biztosan elérhető lesz egy átlagos keresetű család számára.

Így kezdetben kilenc regionális központot képzelek el, mindegyik húsz egységből áll, és együttesen 3 millió fogyasztót látnak el. Ha még több lakás szeretne ilyen szolgáltatáshoz jutni, mondjuk 10 millió, akkor inkább több központot javasolok, mintsem az egyes központok megnagyobbítását. Harminc regionális központ esetén a kommunikációs költségek jelentősen lecsökkennének, hiszen a központok sokkal közelebb lennének a fogyasztóhoz. Ez a szóródás az egész hálózat hatékonyságát is növelné, és megkönnyítené, hogy az egyes központok különféle „helyi” szolgáltatásokat vezessenek be.

Nagyon fontos és rendkívül ellentmondásos az a kérdés, mi felel meg jobban az országos érdekeknek; ha egyetlen számítógép-hálózatunk van vagy ha több. A „több” kétségtől előnye, hogy a verseny javíthatja a szolgáltatások minőségét. Tíz országos hálózat viszont már összezavarná az átlagfogyasztót, és egyiket sem tudná igazán jól használni. A jó kompromisszumhoz talán a kereskedelmi televízióban kialakult helyzetet vehetjük mintának. Három nagyobb, egymással versengő országos hálózat ideális számnak tűnik. Emellett elképzelhetünk néhány kisebb helyi központot is, amelyek bekapcsolódnak valamelyik országos hálózatba, de a saját körzetükben speciális szolgáltatásokat is biztosítanak.

Nézzük meg, mit nyújthatnak a fogyasztónak az ilyen hálózatok.

A személyhez szóló újság

A házi terminálok egyik lehetséges felhasználásával azt illusztráljuk, hogy a lakásunkban ülve milyen sokféle információhoz juthatunk.

A *New York Times* kitűnő országos lap. Sok szempontból azonban anakronisztikus a számítógépek korában. Ormótlan, túlzottan is személytelen, és gyakran idejét múlta, mire kézhez kapjuk.

Mindenki előtt ismeretes a terjedelem problémája. A *New York Times* olvasói közül nagyon kevesen olvassák el egy adott kiadás valamennyi cikkét, még egy hétköznapon is. A nagy terjedelem miatt az ember könnyen elsiklik egy fontos hír felett, annak ellenére, hogy tárgymutató segíti a tájékozódást. És ha valaki meg is talál egy adott cikket, lehet, hogy több oldalas hosszú történetet kell átfutnia, amíg a számára lényeges részleteket kibányássza. Gyakran kívántam, bárcsak szabadon választhatnék részletesebb vagy tömörebb tájékoztatás között.

A legtöbb célnak megfelel, ha csak naponta egyszer olvassuk a *New York Times*, azonban vannak olyan fontos esetek, amikor ez nem elegendő. A saját életemből idézek fel egy kellemetlen incidenst. 1971 júliusában Nixon elnök bejelentette, hogy Kínába látogat. Hónapok óta kétségkívül ez volt a nemzetközi politika legfontosabb eseménye. Aznap este nem tartózkodtam otthon, és így nem hallottam a rádióban a fél 11-es elnöki bejelentést vagy a 11 órás híreket. Másnap reggel nagyon gondosan áttanulmányoztam a *New York Times*, azonban New Hampshire-be addigra még csak a korai kiadás jut el, és ez nem tett említést a szenzációs eseményről. Így a bejelentés másnapján, délben

egy nagy társaságban én voltam az egyetlen, aki semmit sem tudott erről a fejleményről. A számítógépek korában joggal várhatjuk el az újságoktól, hogy tizenkét órával egy szenzációs fordulat után az ember megtalálja bennük a híryananyagot.

Végül ott van a *New York Times* borzasztóan személytelen jellege. „Személytelen” alatt azt értem, hogy mivel az újságnak egyszerre több százezer olvasóra kell gondolnia, a hírszolgáltatását nem az *én* igényeimhez szabja. Meg szeretném mutatni: már ma is elképzelhető, hogy a *New York Times* minden olvasója a saját személyéhez szóló „kiadást” kapjon.

Képzeljünk el egy olyan rendszert, hogy több százezer példány kinyomtatása helyett a *New York Times* ugyanezt az információt egy számítógép memóriájában tárolja, és innen az országos számítógéphálózat segítségével minden egyes olvasó a tetszése szerint választja ki az őt érdeklő anyagokat, és olyan részletes tájékoztatást kér róluk, amilyet akar. Először megvizsgálom, hogyan zajlana a munka a szerkesztőségekben, majd áttérek arra, hogyan „olvasnánk” az ilyen újságokat.

A riporterek a tudósításaikat egyenesen egy terminálba gépelnék. A komputer egy csomó automatikus szolgáltatással tenné könnyebbé ezt a munkát. Kiigazítaná a sorokat, hogy körülbelül egyforma hosszúak legyenek, javítaná az egyszerű helyesírási hibákat, és megkönnyítené a módosítást vagy betoldást. Ezek a szolgáltatások számos időosztásos rendszeren már ma is rendelkezésre állnak.

A szerkesztő bizottság áttekintené a gépbe beérkező újsztorikat, és eldöntené, melyeket és milyen részletességgel érdemes megtartani. A cikkeket ezután szerkesztők vennék

kézbe, akik elkészítenék a végső fogalmazást, mielőtt az anyag jogerősen bekerül a lap legutolsó számába.

A cikkeket némileg másképpen kell majd fogalmazni, a terminálok adottságainak megfelelően. Sok terminálnak tv-készülékhez hasonló képernyője van. Egy ilyen képernyőre egyszerre körülbelül öt szakasznyi szöveg vihető fel, vagyis egy nyomdai hasáb harmadrésze. Nevezzük ezt az egységet egy „blokk”-nak. A riporterek ezután blokkokban írnák meg a cikkeket. A rövid tudósítások beleférnének egy blokkba, a hosszúak pedig egy összefoglaló blokkal kezdődnének, és a téma alaposabb kifejtése néhány további blokkban történne. Hogy nyomon tudjuk követni a történeteket, mindegyik blokk azt is jelezné, hol található meg a többi részlet. Az anyag „blokkosítása” a riporter feladata lenne, mint ahogy ma is ő gondoskodik arról, hogy minden írás elején szerepeljenek a legfontosabb tudnivalók (azok számára akik mindig csak az első bekezdéseket olvassák el), és hogy minden említésre méltó tény valahol helyet kapjon a cikkben.

A szerkesztő úgy „húzna”, hogy kihagyná a fölöslegesnek tartott blokkokat. Emellett eldöntené, hogy melyik „rovatban” jelenjen meg az anyag (ez az osztályozás körülbelül a jelenlegi *New York Times*ok tárgymutatói szerint történne), és megfelelő fő- és alcímekkel látná el az írásokat. Az egyes cikkek „élettartamát” is rögzíteni kell, és így a szerkesztő bizottság egy része az elavulás problémájával foglalkozhatna. Például, megegyezhetnek abban, hogy huszonnégy órás szereplés után minden cikket törölnek, és még gyakrabban cserélnek úgy, hogy egy sztori régi változatát egy újabb váltja fel.

Becslésem szerint a *New York Times* teljes napi híránya-

ga beleférne ötszáz blokkba. A nyomdai költségek megszűnésével azonban, úgy vélem, meglepően olcsón a tízszeresére lehetne növelni a terjedelmet. Ehhez körülbelül egymillió szavas memóriára van szükség, ami alig haladja meg a dartmouthi időosztásos rendszer tárolási kapacitásának egy százalékát. A riporterek, szerkesztők és lektorok munkája könnyebbé válna, és az egyéb személyzet nagy részére nem is lenne szükség. Ennélfogva a személyhez szóló újság „kiadási” költségei a mai szint alatt maradnának.

Az olvasó pedig otthon a fotelben ülve feltárcsázná a komputerhálózatot, és kérné saját személyes *New York Times*-ét. A gép katalógusában ott sorakoznak azok az általános témák, amelyeket a felhasználók olvasni szoktak. Az előfizető, mondjuk, a legfrissebb nemzetközi, pénzügyi és sporteseményekre kíváncsi. A gép egyenként előveszi ezeket az anyagokat. Nézzük a sportrovatot. A komputer először is megnevezi azokat a sportágakat, amelyekkel az aznapi újság foglalkozik. Tegyük fel, hogy az olvasó a baseballt és a teniszt választja. A gép felsorolja az összes baseballal kapcsolatos hírt, legyenek ezek mondjuk az utolsó huszonnégy órában lejátszott mérkőzések leírásai, a bajnokság állása, és néhány csemege a játékosokról. Az olvasó kiválasztja ebből azt, ami érdekli, például kedvenc csapatának szereplését, az élcsoporthelyét, és a Carl Yastrzemskiről szóló történetet. Ezeket azután blokkonként megkapja a géptől, és tetszése szerint kérhet további részleteket vagy sem.

Amikor az olvasó végzett az egyik anyaggal, jelez, és a gép automatikusan áttér a következő kívánságra, amíg az előfizető mindent el nem olvasott, amire csak kíváncsi volt. Ha egy blokk kiírása a normális sebességnek megfe-

lelően történik, akkor ehhez egészen olcsó terminál is elegendő. Egy drágább készüléken már az is megvalósítható, hogy az egész blokk szinte egyidejűleg jelenjen meg, és akkor a felhasználó szabadon választhat, hogy gondosan elolvassa, vagy pedig éppen csak átfutja az anyagot. Úgy számítom, hogy egy átlagos olvasót naponta körülbelül húsz hír érdekelne, és mindegyikből egy, kettő, esetleg három blokkot nézne át. Egy röpké félóra a személyes *New York Times*szal nagyon élvezetes és hasznos időtöltést jelentene.

Szeretném összefoglalni az új rendszer előnyeit. Először is, minden olvasó, a nap bármely percében, akár éjszaka is, teljesen friss újságot „tarthat a kezében”. Egy esemény bekövetkezése és a róla szóló hír megjelenése között legfeljebb egy óra telne el. Másodszor, az olvasó csak azokat az anyagokat választja ki, amelyek valóban érdeklik. Ezzel rengeteg időt takarít meg, és mégis nyugodt lehet, hogy a számára fontos híreket nem szalasztja el. Az egyes témákból olyan sokat vagy olyan keveset olvas el, ahogy a kedve tartja. Néha esetleg éppen csak átfutja az első blokkot, és ennyi elég is. Máskor a lehető legrészletesebb tájékoztatást kéri, amilyenhez egy mai újságban nem jutna hozzá. Ha egy cikket el akar tenni, akkor azt kigépelteti a terminálján, vagy tároltatja a saját rendelkezésű memóriarésztében, ahonnan bármikor előhívhatja. És mindezeket a szolgáltatásokat a saját lakásába tálcán hozzák neki.

Felmerülhet az a kifogás, hogy mindez nagyon szépen hangzik az olvasó szempontjából, de a *New York Times* csődbe menne, mert főleg a hirdetések bevételeiből tartja fenn magát. Ez azonban nem szükségszerű. A komputerhálózat minden egyes olvasásért és a különböző szolgálta-

tásokért megfelelő díjtételeket számítana fel, és ennek egy részét a *New York Times* kapná meg. Mivel az előállítás lényegesen kevesebbe kerül, a nyomdai és terjesztési költségek pedig teljesen megszűntek, a *New York Times* esetleg meg tudna élni magából az „eladásból”. Másrészt, a hirdetéseket sem kell teljesen megszüntetni. Egy jó tárgymutató szerint csoportosítanánk őket, és bárkinek a rendelkezésére állnának, aki kíváncsi rájuk. Ha ez nem elegendő, akkor az újságolvasási programot úgy kellene megírni, hogy két blokk között apróhirdetéseket közöljön. Remélem azonban, hogy egy különdíj lefizetése ellenében megszabadulhatnák az összes hirdetéstől.

Ezt a javaslatomat teljesen ingyen a *New York Times* rendelkezésére bocsátom. Ha elfogadja, akkor a következő lehetne az új jelmondata: „Minden hírt, amit látsz, érdemes elolvasni.”

Egyéb alkalmazások

Eddig két olyan területről beszéltem, ahol az otthoni terminálok fontos szerepet játszanak: az egyik a felnőttoktatás volt (7. fejezet), a másik pedig a személyhez szóló újság. Egy kis fantáziával számos további felhasználást is el lehet képzelni. Elmondok néhány példát, és az olvasó hozzáteheti ehhez a saját javaslatait.

A nővérem azt szeretné, ha a terminálok segítségével könnyen tájékozódhatna arról, hogy mi kapható az egyes üzletekben. Aránylag keskeny a lába, és gyakran egy tucat üzletet is végig kell járnia, amíg sikerül egy pár megfelelő méretű cipőhöz jutnia. Hálás lenne, ha indulás előtt meg-

tudhatná, hogy mely boltokban tartanak egyáltalán olyan lábbelit, ami szóba jöhet; ezután elmenne oda, és kiválasztana egy neki tetsző párat. Feltételezhetjük, hogy 1990-ben már a kisebb üzleteknek is lesz saját terminálja. A leltárt a komputer memóriája tárolja, és így bármelyik környékbeli fogyasztó a gép segítségével könnyen kiderítheti, hogy egy adott üzletben éppen mi kapható. Mivel a számlák kiegyenlítése 1990-ben már biztosan számítógépen keresztül történik, a gép egy eladást nemcsak pénzügyi tranzakciónak tekintene, hanem rögtön módosítaná is a leltárt. Így az eladók és a vevők mindig tudnák, mi az, ami kapható, és ha egy tételből a készlet kifogyóban van, akkor a gép tüstént megrendelné az újabb szállítmányt.

Meggyőződésemm, hogy minden egy dollárnál nagyobb készpénzfizetés megszűnik. A számos különféle hitelkártya már az első lépést jelenti ebben az irányban. Azonban bármennyire népszerűek is ezek a kártyák, a jelenlegi rendszer alapjaiban gazdaságtalan. Valaki bemutatja a hitelkártyáját egy üzletben, és aláír egy számlát. Ezt postán elküldik a kártyát kibocsátó társaság hivatalába, ahonnan értesítik az illetőt, és egy csekket kérnek tőle. A kapott csekket elküldik a bankba, az átutalja a pénzt a hitelkártya-társaság bankjába, és a társaság kifizeti az összeget a boltnak. Mindez mérhetetlen pazarlást jelent. Az a gyanúm, hogy a hitelkártyák népszerűségének egyik fő oka, hogy gyakran két hónapig is eltart, amíg egy vásárlásról megkapjuk a számlát.

Praktikusabb lenne, ha mindenki a saját bankjától kapna egy kártyát. Egy számítóközpont körzetén belül ekkor nagyon egyszerűvé válna a bevásárlás. Amikor megvetünk valamit, csak be kellene tenni a hitelkártyát egy meg-

felelő terminálba. Ezzel automatikusan megtörténne az összeg jóváírása az áruháznak és a mi folyószámlánk megterhelése. Ha közben túllépnénk a keretünket, akkor egy piros lámpa gyulladna ki, és a vásárlásról le kellene mondanunk. Vagy, még inkább, kiterjesztenék a bankok bizonyos mértékű automatikus kölcsönnyújtási rendszerét klienseiknek úgy, hogy az enyhe túllépéseket – megfelelő kamat ellenében – megengednék, és nem tagadnák meg a fizetést.

A legtöbb embernek valószínűleg két hitelkártyája lenne, az egyik a saját bankjától, a másik egy országos ügynökségtől. Az utóbbit használhatnánk a körzetünkön kívül. Az országos ügynökség számítógépen keresztül közvetítené a nagyon messze levő cég pénzkérését a bankhoz, és a tranzakció lebonyolításáig ideiglenes hitelt nyújtana.

A rendszer egyik kellemes vonása az lenne, hogy nem kellene többé a csekk-könyvek egyenlegével törődni. Ezt automatikusan elvégezné a bank számítógépe, és a fogyasztó bármikor megkérdezhetné az otthoni terminálján keresztül, hogy mekkora a betétszámlája. Persze sokan félnek a banktitok megsértésétől és attól, hogy esetleg illetéktelen kezekbe kerülne a hitelkártyájuk. Attól függően, hogy ki mennyit akar erre áldozni, se vége, se hossza azoknak az óvintézkedéseknek, amelyeket egy ilyen rendszerben meg lehet valósítani. Például, a bank csak akkor közölné a folyószámla egyenlegét, ha a saját otthoni terminálunkról jelentkezünk, és a kérdésre egy megfelelő jelszóval válaszolunk. Ez körülbelül akkora biztonságot nyújt, mint amikor valamit egy bank széfjében letétbe helyezünk. Hasonló óvintézkedéseket lehet foganatosítani a hitelkártyáknál is, és így ha valaki a megfelelő jelszó

nélkül próbálná használni a kártyát, ez nemcsak hogy nem sikerülne, hanem a tolvajt rögtön le is tartóztatnák.

Nézzük meg, hogyan használhatnák a terminált a család egyes tagjai. Az apa, ha a hivatalból munkát hoz haza, egy elég nagy irodai személyzetet pótolhat a terminállal. Hozzáférhet a cég adataihoz, segítséget kaphat ezek kikereséséhez, és valamivel drágábban még leveleket is másoltathat és küldethet magának. (Azaz a levelek másolata megjelenne a terminálon.) Megtudhatja a legújabb tőzsdei árfolyamokat, és a számítógép-hálózaton keresztül eladási vagy vételi megbízást is adhat az ügynökének.

A mama a bevásárlásainak a zömét a terminál segítségével végezheti el. Vagy megkérdezi, hogy mi kapható, és személyesen vásárol be, vagy pedig egyszerűen bediktálja a szükségleteit a terminálba. A lista a helyi ABC-áruházba kerül, ahol automatikusan csomagolják és szállítják az árukat. Az asszonyok a heti étrendet is könnyen és gyorsan megtervezhetik a számítógépen, ügyelve nemcsak a jól kialakított, változatos étkezésre, hanem külön gondot fordítva az egyes családtagok kalória fogyasztására. Egy pillanat alatt felderíthetik az egész körzet összes szórakozási lehetőségeit, kiválaszthatják a megfelelő műsort, megkérdezhetik a kezdési időpontot és rögtön meg is rendelhetik a jegyeket. Ha 1990-re a nők és férfiak esetleg teljesen szerepet cserélnek, a terminál ugyanilyen készségesen áll majd a mama rendelkezésére az üzleti ügyek intézésében, illetve segít az apának a bevásárlásban és a háztartásban.

A gyerekek különösen a házi feladatok készítésénél lelkesednek majd a terminálért. Sőt, az 1990-es nebuló képtelen lesz megérteni, hogyan boldogultak az idősebbek az

iskolában a számítógép segítségével nélkül. Amikor pedig a srác végzett a leckével, a szórakozásban is messzemenően támaszkodhat a terminálra. Egyrészt már magával a géppel rengeteg különféle játékot lehet játszani, másrészt a gép segítségével olyan társasjátékokat is le lehet bonyolítani, amelynél mindegyik résztvevő a saját lakásában ül. A komputer kártyát kever, sakktáblát állít fel vagy irányítja a Monopolyt (magyar változata: Gazdálkodj okosan). Azon túlmenően, hogy két gyerek különböző lakásokban két szemben álló rögbicsapatot irányíthat, 1990-ben a képernyő jellegű terminálok már magát a meccset is szimulálják majd, tehát a „rögbijátékos” úgy érzi, mintha egy nagy kavarodás kellős közepén lenne, és látja is, hogy ténylegesen mi történik.

Mindezeket a szolgáltatásokat messzemenően a felhasználó egyéniségéhez szabhatjuk, a számítógép memóriájában aránylag kis többletköltség ellenében. Mivel minden fogyasztóra tíz oldal *Encyclopaedia Britannicá*nak megfelelő memória jut, ennek egy részét fenntarthatjuk az illetőről szóló személyes információk tárolására. Ezeket részben a felhasználó diktálná be, részben a gép „tapasztalná ki”. A gép boldogan szólítja a fogyasztót a keresztnévén, a becenevén, avagy a rangján, ha tudja, hogy az illető melyiket szereti. A komputer tárolhatná azokat az újságtémákat, amelyek leginkább érdeklik a felhasználót, és ugyanígy számon tarthatná a kedvenc sportágait is. Feljegyezné az illető különféle ruhaméreteit, hogy segíteni tudjon a számítógépes bevásárlásban. A legutóbbi szolgáltatások listáját is nyomon követhetné, hogy „megtanulja” a „gazdája” kedvteléseit. Az ilyen információs egységek segítségével sok számítógépes program nyújthatna „testhez sza-

bott” szolgáltatásokat, és ezzel a terminálok használata hatékonyabbá és kellemesebbé is válna.

Az olvasó esetleg úgy érzi, hogy túlságosan is szabadjára eresztettem a fantáziámat, azonban az összes említett alkalmazás elvileg már ma is lehetséges. Ezért minden bizonnyal széles körben megvalósulnak 1990-re. A felsorolásom valószínűleg hiányos, éppen azért, mert ezek a javaslatok már elérhető közelségben vannak. Nem vetítettem előre egy sereg olyan új alkalmazást, amelyek a következő nemzedék alatt válnak valósággá.

Amint a Kiewit számítóközpont avatásakor megjegyeztem, nemcsak azt jósolom, hogy 1990-re a házi terminálok mindennapossá válnak, hanem elképzelem az ilyen hirdetéseket is: „Miért kelljen átsétálnia a másik helyiségbe, hogy a kedves kis házi komputerét használhassa? Kérjen egy mellékállomást a hálósobájába is!”

11. A társadalmi problémák megoldásának szolgálatában

Kifejtettem, hogy az ember szimbiotikus társra tett szert. Befejezésül néhány lehetőséget szeretnék felvillantani, hogyan használhatjuk fel a szimbiótát arra, hogy az emberi életet magasabb minőségi szintre emeljük.

Információs rendszerek

A 9. fejezetben megmutattam, hogy információgazdag világunkban azok az eszközök, amelyek a vezetésnek a szükséges információt szállítják, lemaradtak az információgyűjtés és -tárolás sebességéhez képest. Ha vállalati szinten ez a helyzet, akkor még inkább így van ez a kormányhivataloknál. Sőt, a legtöbb apparátus egyenesen fuldoklik az őt elborító információtengerben.

Úgy tűnik, hogy életünk egy jelentős részét hosszú kérdőívek kitöltésére kell áldoznunk, hogy a különféle kormányhivataloknak adatokat szolgáltatassunk. Nem hagy nyugodni a gondolat, mi történik ezzel a rengeteg információval. Az a gyanúm, hogy nagy részét irattárakban őrzik, amelyeket ritkán használnak, és csak arra jók, hogy igazolják a sok-sok hivatalnok lét- és fizetésjogosultságát.

Mivel ugyanannak a kormánynak a különböző intézményei újra és újra azonos kérdéseket tesznek fel, tökéletesen világos, hogy nem akarják vagy nem képesek megosztani egymással az információt.

Egy országos adatbank veszélyeiről rengeteget beszéltek és írtak. Borzasztó érzékenyen őrködünk a magánélet sérthetetlensége felett.* Egyáltalán nem vagyok azonban meggyőződve arról, hogy az a jobb nekünk, ha az információt irattárakban őrzik, ahol sok illetéktelen személy hozzáférhet, ahelyett hogy központi adatgyűjtőkben tárolnák, amelyeket biztosítékokkal lehetne felszerelni az illetéktelen használat megakadályozására. Az én szememben a számítógépes adatsorokkal való visszaélés veszélyének lehetőségeit bőven ellensúlyozza az a tény, hogy a hivatalok a jelenlegi kaotikus információkezeléssel indokolhatják a saját tehetetlenségüket.

Számos újság- és folyóiratcikk foglalkozott azzal a hihetetlen mértékű bürokráciával, amellyel a szociális segélyért folyamodók szembe találják magukat. A szokásos mentség erre az, hogy a kérvényezők egy kis százaléka visszaélést követ el. Az ilyen csalásokra sokkal könnyebben fény derülne, ha egy központosított információs rendszerünk lenne, amely ténylegesen kizárná azt a kevés számú jelentkezőt, akik hamis adatokat közöltek, de egyszer és mindenkorra – a hivatali bürokrácia legnagyobb bánatára – az új pályázókat is megkímélné az eddigi kálváriától. Annak a veszélyét, hogy néhány kérelmezőről túl sokat tudunk meg, szerintem bőven ellensúlyozza az a tény, hogy egy kormányellenőr gyorsan felderítheti, mely se-

* Lásd: Martin és Norman: *The Computerized Society*

gélyezési hivatalok végzik rosszul a szegények gyámolítását.

Amikor nagy arányokat ölt a munkanélküliség, döntő fontosságú lenne, hogy jó munkaközvetítést nyujtsunk minden állampolgárnak. A jelenlegi összevisszaság, amelyben állami, helyi és privát munkaközvetítők egyaránt tevékenykednek, a legkevésbé sem kielégítő. A számítógépek lehetőségeit ezen a területen alig vették igénybe. Mindössze annyi történt, hogy néhány szövetségi állam kötegelte feldolgozású rendszereket már kezdett arra használni, hogy a betöltetlen állásokról viszonylag friss listát adjon közre. Az a probléma azonban, hogy az egyes embereknek olyan állást kínáljunk, amely megfelel a képzettségüknek, és a munkahelyre normális közlekedéssel eljuthatnak, sokkal bonyolultabb annál, mintsem kötegelte feldolgozásban kezelni tudnánk. Ez tipikusan időosztásos rendszernek való feladat.

Olyan hálózatot képzelek, amelybe a munkaadók rögtön bevezetik az új álláslehetőséget, és kihúzzák a már betöltötteket. Az állást keresők időnként elmennének egy közeli irodába, ahol egy hivatalnok begépelné a pályázó képzettségét, és hogy a munka jellege és helye szempontjából az illető mit részesítene előnyben. Ezeket rögtön össze lehetne vetni az üres állásokkal és a személyes megbeszéléseket is automatikusan időzíthetnék. Ez a szisztéma megszüntetné azokat az előítéleteket, amelyek szükségszerű velejárói a személyes tárgyalásoknak, továbbá így minden egyes pályázó sokkal több álláslehetőség között válogathatna. Minimálisra csökkenne azoknak a bosszantó eseteknek a száma is, amikor valakit elküldenek egy távoli munkahelyre, és ott kiderül, hogy az állást már betöltötték.

További előnyökkel is jár, ha ésszerű információs rendszereket vezetünk be a szociális segélyezésnél vagy a munkaközvetítésnél. Az első példában, a befolyt információk összegezése alapul szolgálhat új törvények meghozatalánál és a segélyezési hivatalok tevékenységének javításánál. A második esetben az összegyűlt információra támaszkodva átszervezhetjük a képzési programokat, megkísérrelhetjük, hogy egy adott körzetbe egy bizonyos fajta ipart telepítsünk, vagy felvilágosíthatnánk bizonyos típusú állást keresőket arról, hogy az ő szakmájukban sokkal jobbak az elhelyezkedési lehetőségek az ország valamely másik részén.

Az egyetlen terület, amelyben jelentős mértékű együttműködésre sor került, a bűnüldözés. Mivel az országban rohamosan nő a bűnesetek száma, az országos, a körzeti és a helyi szervek szokatlan készséggel vállalták az együttműködést az információcsere megvalósítására. A 60-as évek során elért fejlődés néhány tényezőjéről jó jellemzést találhatunk Martin és Norman könyvében.* A különféle jelenlegi szintek között is azonban nagy különbségek vannak. A Kalifornia-rendszer, amely azonnal adatokat közöl például a rendőrség által körözött gyanús autó feltehetően veszélyes utasairól, kiemelkedő példája a villámgyors információs rendszereknek. A modern időosztásos hálózatokban azonban rengeteg olyan lehetőség rejlik még, amelyeket mind a bűnüldözés szolgálatába lehetne állítani.

Visszatérve a 9. fejezetben tárgyalt információs rendszerek fejlődésének elemzésére, azt kell megállapítanom, hogy noha valamelyes, szánalmasan lassú előrehaladás történik

* Lásd: Martin és Norman: *The Computerized Society*

is a kormány céljait szolgáló információs rendszerek megteremtésében, a számítógépes modellek alkalmazása a hosszú távú tervezésben egyelőre a távoli jövő zenéje. Az általános tendencia még mindig az, hogy minden egyes társadalmi problémánál pénz- és időigényes felmérést végeznek, és utána a statisztikai jelentésekre támaszkodnak a tervezésben. Ezeket a sokszorosán ismétlődő felméréseket feleslegessé tenné egy jó központi adatbank. Emellett a statisztikai összefoglalókból rendszerint a hasznos információ egy jelentős része már hiányzik. A különféle átlagok esetleg már semmilyen tájékoztatást sem adnak az egyes változók közötti kapcsolatokról. A legjobb esetben is csak olyan „mély” összefüggéseket „sejtetnek meg”, hogy – például – a sűrűn lakott szegénynegyedekben magasabb a bűnözési arány. Sokkal kifinomultabb számítógép-használatra van szükség ahhoz, hogy fel tudjuk deríteni az összes olyan tényezőt, amelyek a bűnözési arányt befolyásolják. A szociális tervezés ma rosszul tájékozott közhivatalnokok jó szándékú találgatását jelenti. Bármelyik nagyobb vállalat tönkremenne, ha a tervezési munkákat olyan vaktában és elnagyolva végezné, mint ahogy azt a legtöbb városi hatóság teszi.

Szimuláció

A számítógépek társadalomtudományi laboratóriumokként szolgálhatnak az ún. „szimulációs” eljárások révén.* Ezt a módszert az egyetemeken dolgozták ki, és fontos

* John G. Kemeny: *Games of Life and Death*, Random Essays (Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1964.)

szerephez jutott a katonai tervezésben, a polgári kormányzásban azonban még csak alig vagy egyáltalában nem alkalmazzák.

A hagyományos laboratóriumokban bonyolult fizikai rendszerek mérethű modelljei találhatók. Egy ilyen kis modellen a kutató behatóan tanulmányozhatja egy igen nagy rendszernek a viselkedését. Ezeknek a modelleknek az alapján fejlesztették ki a szakemberek az ún. analóg számítógépeket. Például olyan elektromos áramköröket építettek, amelyek ugyanazoknak a matematikai törvényszerűségeknek feleltek meg, mint bizonyos mechanikai rendszerek, és így a segítségükkel olcsón lehetett tanulmányozni a mechanikai rendszerek viselkedését. A társadalmi problémákat azonban nem lehet laboratóriumokban modellezni, analóg számítógépekkel vizsgálni.

A szimulációs laboratórium abból áll, hogy a szóban forgó bonyolult rendszernek a leírását építjük be a számítógépbe. Ez a gondolat gyökeres változást jelent a fizikai laboratóriumokhoz képest. Noha az ilyen leírások nem olyan precízek, mint a méretes modellek vagy az analóg készülékek, azonban sokkal rugalmasabbak, és úgy látszik, a leginkább alkalmasak azoknak a rendkívül bonyolult rendszereknek a vizsgálatára, amelyekkel a társadalmi problémák megoldása során szembe találjuk magunkat. A módszert egy nagyváros forgalmi problémájával illusztráljuk.

Tegyük fel, hogy New York városa jelentősen javítani szeretné Manhattan iszonyatosan zsúfolt közlekedését. Ha az utcákról és a jelzőlámpákról egy kicsinyített modellt készítenénk, sok-sok ezer autóval, akkor ez hihetetlenül sokba kerülne és nagyon nehézkes lenne. Analóg számítógép-

pel sem lehetne valóságghűen visszaadni a forgalom áramlását. Egy szimulációs modell megalkotása nagy vállalkozást jelent, azonban jól megvalósítható. Néhány éves programozási munka eredményeképpen egy nagyobb számítógépnek le lehetne írni New York utcáinak tervrajzát, a közlekedési lámpák elhelyezkedését és ütemezését, a forgalom áramlását szabályozó előírásokat, valamint a nap és a hét különböző időszakában, a város különféle helyein kialakult forgalmi helyzeteket. Ezután utasíthatnánk a komputert, hogy számítsa ki a forgalom áramlását egy átlagos napon vagy egy átlagos héten. Az első modell biztosan irreális lesz. A szerzett tapasztalatok alapján azután korrekciókat hajthatunk végre, hogy a számítógép pontosan tükrözze vissza a városi forgalom tényleges képét, beleértve a közlekedési dugókat is.

Egy ilyen modell csak akkor lehet valóságghű, ha a véletlen eseményeket is figyelembe veszi. A balesetek kiszámíthatatlan egymásutánban következnek be, azonban mindenképpen gyakran fordulnak elő egy nagyvárosban, és jelentős hatást gyakorolnak a forgalom áramlására. A számítógépes szimuláció nagy előnye, hogy a modellbe a véletlen eseményeket is beépíthetjük. A véletlen események szimulálására jól ismert számítógépes eljárások léteznek. Tegyük fel, hogy megbízható statisztikai adatokkal rendelkezünk arról, hogy a különböző forgalomsűrűségek és sebességek esetén milyen gyakran fordulnak elő balesetek. Például, egy kereszteződésmentes útszakaszon gyorsan mozgó, nagyon sűrű forgalom mellett körülbelül 100 ezer autóra esik egy baleset. A számítógépes modell a megfelelő sűrűséggel produkál ilyen baleseteket, azonban szabály-

talán, véletlenszerű összevisszaságban úgy, ahogy azok az utakon ténylegesen előfordulnak.

Sok pénzt és időt emészt fel, amíg egy modellt sikerül úgy tökéletesíteni, hogy hűen tükrözze vissza a valóságos helyzetet. Ha azonban egyszer a modell elkészült, a város egy hihetetlenül hatékony segítséget kapott a tervezésben. Aki az utóbbi években járt Manhattanen kocsival, tudja, hogy a város valamennyiünket kísérleti nyúlként kezel az időszakosan ismétlődő forgalomjavítási próbálkozásai-ban, amikor módosítja a jelzőlámpák ütemezését, újakat szerel fel, vagy növeli az egyirányú utcák számát. Ezek a kísérletek meglehetősen kellemetlenül érintik az autósokat, és a városnak is több hónapot kell várnia, amíg elegendő információt gyűjt össze ahhoz, hogy kiderüljön, segített-e valamit is az újítás. Az ilyen kísérlettel egyenértékű a számítógép pár órai munkája.

A várostervezők a közlekedés javítására vonatkozó javaslatokat betáplálják a komputerbe. A gép ezután néhány hétre szimulálja a forgalmat, és megjósolja, milyen hatással járna a tervek megvalósítása. Mivel a komputer egy új koncepciót teljes egészében meg tud vizsgálni körülbelül egy óra latt, több száz különféle elképzelést is ki lehet próbálni, amíg kiválasztanak egy olyat, amelyik jelentős javulást ígér a közlekedésben. Ez egyrészt meggyorsítaná a fejlesztést, másrészt nem kellene többé az emberek ezreit kísérleti nyúlként használni.

A szimulációs tervezési modell különösen akkor válik fontossá, amikor komoly változásokról van szó. Meg kellett hosszabbítani egy Bronxba vezető főútvonalat, és emiatt több éven keresztül naponta keletkeztek dugók, úgyhogy az autósok a végén már megkérdőjelezték, egyál-

talán érdemes volt-e az egészet csinálni. Egy jó számítógépes modell előre megjósolta volna ezeket a dugókat, és akkor elkerülésükre a város megfelelő intézkedéseket tehetett volna.

A modell segítségével arról is megbizonyosodhatunk, hogy egy adott pénzösszegért olyan útkorszerűsítés történik-e, illetve olyan új utak épülnek-e, hogy valóban a lehető legjobban enyhüljön a zsúfoltság. Megbecsülhetjük azt is, mennyibe kerülne egy alternatív közlekedési koncepció, például az a gyakran felvetett javaslat, hogy a magángépkocsikat tiltsák ki Manhattanról, biztosítsanak a számukra tágas parkológarázsokat a közelben, és hozzanak létre jó és kényelmes tömegközlekedési rendszert, amely a központba lehet jutni.

A számítógépes modelleknek a szociális tervezésben való alkalmazására néhány kitűnő példát találunk Jay Forrester művében.* A városrendezés, a tömegközlekedés fejlesztése, a környezetvédelem és más hasonló kérdések sokkal égetőbbek és bonyolultabbak annál, mintsem hogy megengedhetnénk magunknak, hogy amatőrök intuíció alapján, kézi számolgatásokkal próbálják megoldani ezeket. Ha a tervezésben nem támaszkodunk a modern számítógépre, akkor a legerősebb fegyverünket dobtuk el az állandó társadalmi problémák elleni küzdelemben. Nem állítom, hogy a komputer egyedül meg fogja oldani a társadalmi problémákat, de meg vagyok győződve, hogy ezek nem oldhatók meg a nagysebességű számítógépek intenzív és ügyes felhasználása nélkül. Az ilyen kérdések kiválóan illusztrálják könyvem legfontosabb gondolatát –

* Forrester: *Urban Dynamics* és *World Dynamics*,

az ember a számítógéppel társként együttműködve lényegesen többet érhet el, mintha külön-külön dolgoznának.

Az elképzelések megvalósításának egyik fő akadálya a megfelelően képzett szakemberek hiánya. Az egyik oldalon ott áll a szociális tervezők népes tábora, a másikon a programozók szerény kis serege. Azonban önmagában a két csoport egyike sem rendelkezik a kellő tudással ahhoz, hogy bonyolult számítógépes tervezési modelleket készítsen, és a két társaság rendkívül nehezen érti meg egymást. Újfajta szakemberekre van szükség, akiket talán szociális elemzőknek hívhatnánk. Ezek egyrészt jó társadalomtudományi alapképzést kapnának, másrészt komoly jártasságra tennének szert a legfontosabb matematikai és számítástechnikai eljárások alkalmazásában, és harmadrészt jól ismernék a bonyolult rendszerek viselkedését is. Forrester a művében megmutatta, hogy noha a társadalomban a bonyolult rendszerek minőségileg másképp viselkednek, mint a fizikában vagy a kémiában, mégis sok mindenben emlékeztetnek az utóbbiakra. Ezért elképzelhető, hogy amint egy fizikus is intuitíve közelít meg egy fizikai rendszert, a szociális elemző is kifejleszthet intuíciós érzéket ezeknek az újfajta bonyolult rendszereknek a megközelítésére, amelyeknél az intuícióval ma még semmire se megyünk. A tömegközlekedés vizsgálata során szerzett tapasztalatainak egy részét esetleg jól hasznosíthatja egy egyetem tervezésénél vagy a környezetvédelemben is.

Úgy látom, hogy ez kettős feladat elé állítja az egyetemeket és a főiskolákat. Mivel az elképzelt új számítógépes eljárásokhoz és a komplex szociális rendszerek tanulmányozásához a szellemi kapacitás elsősorban ezekben az intézményekben található, a társadalom „észtartályainak” a sze-

repét játszhatnák. Az újfajta szakemberek megjelenéséig az egyetemeken alakulhatnának olyan munkacsoportok, amelyek együttes tudása már elegendő lenne a bonyolult rendszerek modellezéséhez. Ugyanakkor megindulna itt a jövő szociális elemzőinek a nevelése, akik ezekben az „észtartályokban” töltenék tanuló éveiket, és így olyan széles körű képzésben részesülnének, mint ma még senki. Csak egy ilyen kétfrontos támadással tartom lehetségesnek, hogy a számítógép adottságait teljes mértékben ki tudjuk használni a társadalmi problémák megoldásában.

Vezérlő rendszerek

A tervezési modellek kifejlesztésével szoros kapcsolatban áll az irányító rendszerek készítése. Ezt a problémát is a városi közlekedés példáján keresztül szeretném bemutatni.

Gyakran tapasztaljuk, hogy egy jelzőlámpánál több perccet is kell várnunk, pedig az ellenkező irányból nem jön egyetlen autó sem. Ez kétségkívül bosszantó, de azért nem olyan vészes. Ami azonban Manhattanen történik, csúcsforgalom idején, ahol a lámpák valamilyen feltételezett forgalomáramlás szerint működnek, anélkül hogy a tényleges helyzetet figyelembe vennék, az már tényleg katasztrofális. Az autók megindulnak a zöld jelzésnél, és utána megállnak a kereszteződés kellős közepén, blokkolva a másik irányú forgalmat, mert előttük egészen a következő jelzőlámpáig összetorlódtak a járművek. Ennek eredményeképpen egy fontos csomóponton mindkét irányban szünetel a közlekedés.

Aránylag egyszerű lenne olyan figyelő berendezéseket

készíteni, amelyek visszacsatolás útján szabályoznák a közeli jelzőlámpák működését. Még jobb megoldás: egy számítógéprendszer ellenőrizhetné Manhattan összes lámpáit, és a forgalom helyzetéről és a dugókról kapott folyamatos tájékoztatás alapján irányíthatná a közlekedést. Egy ilyen rendszer például nem egyszerre váltaná a lámpákat egy egyirányú utcában, hanem olyan egymásutánban, hogy az egyik lámpánál elindult járművek folytathatják az útjukat mindaddig, amíg a számítógép azt a jelzést nem kapja, hogy a kereszteződés szabaddá vált a másik irányú forgalom számára. Egy ilyen rendszer nem is kerülne olyan borzasztóan sokba, inkább kifinomult számítógépes tervezést igényel – egyszeri beruházást, és nem folyamatos kiadást. Az egyik legnagyobb előnye az lenne, hogy automatikus ellenőrzést valósíthatna meg a hidaknál és az alagutaknál, és ha Manhattan reménytelenül „bedugult”, akkor nem engedne be több járművet a szigetre.

Bármelyik atomerőműben találunk számítógépes ellenőrző rendszert. A láncreakciót, az energia forrását oly módon vezéreljük, hogy szabályos időközönként részecskeelnyelő anyagokat helyezünk be és veszünk ki. Bizonyos kiszámíthatatlan erők miatt tizedmásodpercnyi pontossággal kell ezt végrehajtanunk, hogy fenntartsuk a láncreakciót, de megakadályozzuk a nukleáris robbanást. Ezt a munkát valószínűleg egyetlen ember sem tudná elvégezni, de az ember gyártotta számítógéprendszer kiválóan lebonnyolítja. Hasonlóan, a forgalom irányítása még egy nagy létszámú rendőrség képességeit is meghaladja, hiszen sohasem tudnák elég gyorsan kiértékelni az összképet ahhoz, hogy eredményesen intézkedhessenek. De egy emberkéz alkotta számítógéprendszer mindezt remekül megcsinálja.

Számítógépes vezérlő rendszerre további elképzelhető példa a levegő és a víz minőségének a szabályozása. Automatikusan érzékelők állandóan figyelemmel kísérik a környezetet, és minden információt egy központi számítógéphez juttatnának el. Ez a gép azután tanácsokat adna, hogyan lehet elkerülni, hogy a levegő végképp fullasztóvá vagy a víz reménytelenül szennyezetté váljék.

Egy javaslat

A John Hopkins Egyetem és a Brookings Intézet által rendezett előadássorozaton még radikálisabb javaslatot tettem.* Hiszem, hogy hosszú távon az egyetemeknek fontos szerepük lesz a társadalmi problémák vizsgálatához szükséges új eljárások kidolgozásában és a megfelelő szakemberek képzésében, azonban úgy érzem, hogy sürgősebb lépéseket is kell tennünk.

Azt indítványoztam, hogy hozzanak létre egy országos számítógépes fejlesztési irodát, amely államilag támogatott magánvállalat lenne, és a köz érdekeit szolgáló számítógéprendszerek kifejlesztésével foglalkozna. Az ötletet az adta, hogy a különböző igazgatási szervek szükségletei nagyjából hasonlóak. Azonban a városok és a szövetségi államok nem rendelkeznek sem elegendő pénzzel, sem elegendő szakemberrel ahhoz, hogy egyenként kiépítsék a saját számítógéprendszerüket. Az említett iroda feladata lenne az új rendszerek megtervezése, kifejlesztése és egy kísér-

* John G. Kemeny: *Large Time-Sharing Networks, a Computers, Communications and the Public Interest* c. könyvben (szerk.: Greenberger)

leti bázison történő kipróbálása, valamint a városi és a tartományi kormányzatok tisztviselőinek a felkészítése az ilyen rendszerek bevezetésére és alkalmazására. Becslésem szerint jelentős programot lehetne finanszírozni, ha a helyi és tartományi szervek mindegyikére népességük arányában névleges illetéket szabnának ki, amelyet az állami támogatás kiegyenlítene. Azért javasolom ezt így, mert noha a számítógéprendszerek üzemeltetése már elég gazdaságos lenne, a beruházási terhek az éves fenntartási költségeknek a sokszorosát is kitehetik. A szövetségi kormány vezetése alatt, közös erőfeszítéssel, megoszthatnánk az ilyen rendszerek kialakításának a terheit a sok száz helyi és több tucat tartományi hatóság között.

Meggyőződésem, hogy egy ilyen iroda, amely a társadalmi problémák enyhítését tűzte ki célul, nagyon sok okos és hivatásszerető fiatalat vonzana, mind a férfiak, mind a nők táborából. Ezen túlmenően, az egyetemek, amelyek egyre kevésbé vállalják a katonai intézmények „észtartályainak” kétes értékű szerepkörét, boldogan vennének részt egy olyan vállalkozásban, amely nagy jelentőségű a társadalmi fejlődés szempontjából.

Kanyarodjunk vissza a városi forgalom példájára, és az azzal kapcsolatos tervezési modellre és vezérlő rendszerre. Ha sikerül ilyen rendszert kidolgoznunk Manhattan részére, akkor ezt viszonylag egyszerű módosítások után az ország valamennyi nagyvárosára alkalmazni lehet. Ezért nem lenne helyes, ha egyetlen város jövedelmét használnánk fel a rendszer alapjainak a megteremtéséhez. Azt sem várhatjuk el, hogy az egyes városok megfelelő szakembergárdával rendelkezzenek egy ilyen terv megindításához. Fennáll annak a veszélye is, hogy egy számítógép-társaság nyo-

mást gyakorol valamely városra, és olyan rendszer készül el, amely maximális hasznot hajt a társaságnak, azonban távolról sem ideális a város szükségletei szempontjából.

Az országos iroda ragaszkodhatna ahhoz, hogy a védnöksége alatt kidolgozott rendszerek bármilyen gyártmányú számítógépre alkalmasak legyenek, feltéve hogy az kielégít néhány országos szabványt. A program megírása valamelyik általánosan elfogadott programozási nyelven történne, és egyszerű megállapodások szabályoznák, hogyan kapcsolódjon a memória és az ellenőrző egység a rendszerhez. Ez garanciát nyújtana a városoknak, hogy ha az egyik cég által szállított komputer működésével nincsenek megelégedve, akkor az egész rendszert simán áttehetik egy másik gépre.

Egy ilyen iroda felállítása lenne az egyetlen valóban praktikus és hatásos lépés abban az irányban, hogy a számítógépes rendszereknek a társadalmi problémák területén történő alkalmazásában gyors haladást érhessünk el.

A városokra gyakorolt hatás

Az eddigiek során a figyelmet arra összpontosítottam, milyen közvetlen változást hozhat a számítógépes korszak a társadalmi problémák területén. Elképzelhető azonban, hogy a közvetett hatások még sokkal látványosabbak lesznek.

Azt szokták mondani, hogy a városi élet jelenlegi szörnyű problémáit a népesség gyors növekedése idézte elő, mert ezáltal óriási mértékben felduzzadtak a nagyvárosok. Ez az okoskodás azonban erősen sántít. A problémák kü-

lönösen a 60-as években éleződtek ki, pedig ebben az évtizedben csak minimális mértékben, vagy egyáltalán nem emelkedett a nagyvárosok lélekszáma; a növekedés legnagyobb része az elővárosokra jutott. Ezért úgy látom, hogy a bajok igazi forrása nem a városok egyre nagyobb népsűrűsége, hanem az a hatalmas embertömeg, amely napon-ta ki-be áramlik a városokból. Azt állítom, hogy modern távközlési eszközökkel és modern számítógéprendszerekkel meg lehetne fordítani ezt a tendenciát.

Történelmileg a városok ipari és kereskedelmi központokként alakultak ki. Mint ipari központoknak, a jelentőségük rohamosan csökken. Mivel a szállítás lényegesen olcsóbbá vált, a gyárak többsége előnyösnek látta, hogy decentralizálja a tevékenységét, és kiköltözzön a túlzsúfolt és méregdrága városközpontokból. A városok ma már elsősorban kereskedelmi centrumok. Azonban a „kereskedelmi centrum” kifejezés jelentése is óriási változásokon ment keresztül.

A régebbi városok piacokat, vásárokat tartottak, és ezeken tényleges árucseré folyt. A napi bevásárlásoktól tekintve ez a piactér jelleg lényegében megszűnt. Ma is mondjuk ugyan, hogy „bementem a városba egy autót (vagy hűtőszekrényt) venni”, a mondat azonban erősen félrevezető. A dolog ugyanis valószínűleg abból állt, hogy elmentünk egy áruházba vagy egy bemutatóterembe, ahol néhány mintadarab található, valamint egy katalógus, amely alapján az árut megrendelhetjük. A tényleges árucseré úgy történik, hogy egy távoli raktárból elszállítják az autót vagy a hűtőszekrényt a városon kívül fekvő otthonunkba, és ezért mi átadunk a boltnak egy csekket, amely esetleg egy teljesen más helyen történt üzletkötésből szár-

mazik. Magában a városban tényleges árucseré nem történt.

Ez a leírás még általánosabban érvényes a nagy ügyletekre. A komoly kereskedelmi tranzakciók még mindig a városokban bonyolódnak le, noha ezek már szinte kizárólag csak papírtranzakciók. Két ember leül, hogy nyélbe üssön egy üzletet. Azonban, ami itt történik, az pusztán információcsere arról, hogy mit tud szállítani az egyik cég, és mire van szüksége a másiknak. Ha meg tudnak egyezni a megfelelő anyagi feltételekben és a szállítás időpontjában, akkor az üzletet megkötötték. A tényleges árucseré azután egy vagy több távoli helységben bonyolódik le.

Arra a következtetésre jutottam, hogy a városok hajdani ipari és kereskedelmi központ jellege átalakult, és a városok ma már elsősorban az információgyűjtés és információcsere központjaivá, valamint a papírtranzakciók lebonyolításának a színtereivé váltak. Erre talán legjellemzőbb a tőzsde példája. Hatalmas vagyonok keletkeznek és úsznak el itt, néha egész vállalatok is gazdát cserélnek. Magán a tőzsdén azonban nem folyik semmiféle valóságos árucseré; sőt általában még az okmányokat sem itt cserélik ki. A tőzsde funkciója az információ gyűjtése és terjesztése.

Érdemes megvizsgálnunk azokat az okokat, amelyek minden reggel emberek millióit kényszerítik a városokba. Ennek az emberanyagnak egy része a még meglevő üzemekben dolgozik, de az ipar maradéka is rohamos léptekkel menekül a nagyvárosokból. Egy további embercsoport a több milliós metropolisz vérkeringését van hivatva fenntartani. Azonban a napi ki-be áramlók döntő részét adminisztrátorok, hivatalnokok és értelmiségiek teszik ki, akik

a város több ezer hivatalát töltik meg. Miért kell vagy miért érdemes otthonukból naponta idezarándokolniuk?

Az egyik ok, hogy beszélni akarnak a kollégáikkal vagy a más hivatalokban dolgozó partnereikkel. Ezeknek a megbeszéléseknek azonban egyre nagyobb százaléka telefonon keresztül zajlik. Nem is egyszer hallottam tisztviselőket arról panaszkodni, hogy reggel berohannak az irodájukba, és azután a munkaidő felét telefonálgatásokkal töltik, amit ugyanolyan jól el tudtak volna végezni otthonról is. Másodszor, az emberek azért mennek be a hivatalba, mert ott, a szép nagy irattárakban találhatják meg az összes szükséges információt. Végül azért is kell még ide jönniük, mert a titkáraik és a beosztottjaik is ugyanide jönnek, és ez kényelmes találkozóhely.

Megjósolom, hogy a hivatali munka stílusában és a munkahely kijelölésében radikális változások következnek be, ha elterjed a videotelefonok használata. Magam is jobban szeretem a személyes megbeszéléseket, mint a telefonálgatást. Úgy érzem azonban, hogy a videotelefon segítségével a két- vagy akár több oldalú eszmecsere távoli partnerek között is majdnem olyan hatékony lehet, mint a személyes találkozás. Nagyon gyakran kell New York-ba utaznom, hogy részt vegyek egy kisebb bizottság ülésén és talán egy félórát tárgyaljak két személlyel. Jelen-tős pénzt és időt takaríthatnék meg, ha a személyes találkozások helyett videotelefonon keresztül tarthatnánk az értekezleteket, illetve ezeket a megbeszéléseket. Éppen úgy látnánk egymás arckifejezését, összeállíthatnánk a jelentést, és megmutathatnánk egymásnak bármilyen írásos dokumentumot vagy képet, anélkül hogy el kellene mennünk otthonról, illetve a hivatalunkból. Nagyon szomorú, hogy

ha „kiszálláson” vagyunk, akkor az utazás (és a várakozás) lényegesen több időt vesz igénybe, mint maga a hasznos munka. Sokkal inkább megfizetnék egy akár hosszúra nyúló videobeszélgetést is ahelyett, hogy az utazási, szállás-, étkezési és egyéb költségeket kelljen fedeznem. És ami a legfontosabb, ha a társadalmi munkastílus az imént vázolt irányban módosul, akkor a „városokba rohanás” egyik fő oka meg fog szűnni.

A hivatalba járásnak egy másik fő oka az, hogy itt őrzik az adatokat. Azonban, mint már korábban említettem, az ilyen jellegű információkat a jövőben az országos számítógép-hálózatban fogják tárolni. És ebben az esetben a cég „irattára” az ország bármely részéről elérhetővé és felfrissíthetővé válik.

Így marad az az utolsó indok, hogy célszerű ugyanott lennünk, ahol a titkárnőnk és a beosztottaink is találhatóak. Egy dolog miatt nagyon remélem, hogy a számítógépek sohasem fogják kiszorítani a titkárnőket. Egyes számítógéprendszerrel a munkájuk nagymértékben megkönnyíthető, és a teljesítményük fokozható. Meggyőződésemmel azonban, hogy egy ember-gép-munkacsoport sokkal praktikusabb, mint egy teljesen komputerizált rendszer. A titkárnőnek így automatikus eszközök állnak a rendelkezésére a levelek piszkozatainak a kijavításában és a sokszorosításban akkor is, ha nem teljesen egyforma példányokra van szükség. Az akták szortírozása teljesen gépesítetté válik, és a visszakeresést egy időosztásos rendszer könnyíti meg. Azonban én továbbra is kellemesebbnek és hatékonyabbnak találom, ha a kívánságaimat egy titkárnőnek mondhatom el, aki jól ismeri a rendszer sajátosságait, és nem magamnak kell megküzdeni a géppel.

Ezek a változások elfújhatnák az összes ronda nagy irodaházat is. Nincs akadálya annak, hogy minden egyes ügyintéző a lakása közelében állítsa fel az irodáját, és a személyzetet a környékről toborozza. Ezeket a kis irodákat az országos számítógép-hálózat és a videotelefon rendszer kapcsolná össze egymással. Így lecsökkenhetne az az értelmetlenül sok utazgatás is, amit az amerikaiak ma még természetesnek tartanak. A nyolcórás munkanap tényleg nyolc órát jelentene, plusz még öt-öt perc utazást reggel és este, nem pedig tizenegy órát, mint amennyit ma a hivatalba jutásért és a hazaérésért naponta folytatott ádáz küzdelem eredményez. Az emberek sokkal szabadabban dönthetnének arról, hol és hogyan akarják az életüket leélni.

Ez a szisztéma az áthelyezésekből adódó problémák zömét is megszüntetné, nem lenne többé szükség arra, hogy a nagy cégek a kulcsembereiket az ország különböző részeire küldözgessék. Valaki nyugodtan lakhat Minneapolisban, attól még remekül elláthatja a feladatát egy Kansas City-beli hivatalnál. Megtarthatja a lakóhelyét, sőt a megszokott irodai személyzetét is, és mégis nagyon eredményesen tevékenykedhet egy távol eső székhellyel rendelkező intézményben. Ha ez utóbbi el van látva elegendő számú videotelefonnal, valamint terminálokkal kapcsolódik egy vagy több országos számítógép-hálózathoz, akkor a pontos földrajzi fekvése lényegtelen.

Szilárdan hiszem, hogy ha az emberek millióinak nem kell többé naponta rohangálniuk a városokba és vissza, akkor jó úton haladunk az urbanizációs problémák megoldása felé. Hogyan módosulna ekkor a városok szerepe? Talán a szó szoros értelmében információs központokká válnának, itt helyezkednének el a gépek, de az őket fel-

használó emberek nélkül. A gépek karbantartása és a város normális életének a biztosítása még mindig elég nagy műszaki gárdát igényelne, a lakóterületek zsúfoltsága azonban jelentősen enyhülhetne. Mivel az irodák elhelyezése gyakorlatilag közömbössé válna, hatékony városrendezést valósíthatnánk meg. Mivel a városok továbbra is központi helyzetűek és jól megközelíthetők maradnának, fokozódhatna a szerepük a pihenésben és a szórakozásban. Fontossá tehetik őket a múzeumok, színházak, hangversenytérmekek és sportpályák, és itt lakhatnának azok, akik személyesen akarnak megnézni egy drámát, vagy egy sporteseményt, és nem csak a televízióban.

Homályos kristálygömbön át látom ezeket a jóslatokat. Nem tudom biztosan, hogy az új távközlési és számítógépes hálózatok pontosan az imént vázolt helyzetet eredményezik-e. Az azonban egészen biztos, hogy a technikai fejlődés alapvető változásokat hoz az életvitelünkben. Ezért nagyon nagy hiba, ha a társadalmi problémák megoldásánál abból a feltételezésből indulunk ki, hogy a társadalom szerveződése a jövőben is pontosan ugyanolyan lesz, mint most. Az emberiség történelmében először ma nyílik alkalmunk komoly társadalmi tervezésre. Nem engedhetjük meg magunknak, hogy elszalasszuk ezt a lehetőséget.

Az életközösség fejlődése

A biológusok számos olyan példát ismernek, amikor egy kipusztulással fenyegetett faj egy jelentős evolúciós fordulattal fenn tudott maradni. Az emberi fajt most a pusztulás fenyegeti. A Föld lakossága olyan rohamosan szaporodik,

olyan iszonyú tömegpusztító fegyverek léteznek, a természeti kincseket olyan ijesztő tempóban éljük fel, és olyan gyors ütemben szennyezzük el a környezetünket, hogy legfeljebb egy évszázad áll a rendelkezésünkre ahhoz, hogy átalakítsuk az emberi társadalom alapszerkezetét. Az emberi életfolyamatok sebességét ismerve, egy évszázad nagyon is kevés idő ahhoz, hogy a normális fejlődés és a természetes kiválasztódás döntő változást idézhessenek elő. Ezért egy újfajta evolúciós folyamat marad minden reményünk: a „szimbiotikus evolúció”.

Beszéltem arról, hogy a nagysebességű számítógépekben az ember egy fontos szimbiotikus partnerre talált. Elősegíthetjük a számítógépek evolúcióját, ha modern kommunikációs eszközök útján országos vagy az egész világra kiterjedő számítógép-hálózatokban kapcsoljuk őket össze. Az időosztás lehetőséget nyújt az ember és a gép közötti együttműködés megteremtéséhez, és így az ember, a gép és a távközlési hálózat közösen dolgozhatnak. Remélem, hogy ennek a közösségnek a segítségével maga az ember is nagyot fog fejlődni, anélkül hogy a biológiai változás lassú folyamataira kellene várnia.

A számítógépek pusztá léte megsokszorozta az ember szellemi kapacitásait. A számítógépes távközlési hálózatok segítségével egy munkacsoportban dolgozhatnak majd egymástól távol élő emberek is. A gépi memóriák igénybevételelével hatékonyan tudjuk majd felhasználni a robbanásszerűen megnövekedett tudás- és információmennyiséget. Ezek a tényezők együttesen olyan társadalmi problémák megoldását teszik lehetővé, amelyek ma még szinte teljesen reménytelennek tűnnek.

Ez az evolúciós folyamat azonban csak akkor valósul-

hat meg, ha az ember hajlandó alapvetően átértékelni az életfelfogását és a célkitűzéseit. Ha valaki egy bonyolult problémát a saját erejéből akar megoldani, akkor hamarosan éppolyan nevetségessé válik, mint az, aki egy buldózer munkáját egy játékvödörrel és játéklapáttal próbálja elvégezni. Jobban meg kell osztanunk egymással az információkat, és munkacsoportokat kell alkotnunk, ahol a partnereink között egyaránt vannak emberek és számítógépek is. Felül kell vizsgálnunk az egész oktatási rendszerünket, hogy ne a múlt feladataira készítsük fel a következő generációt, hanem a húsz év múlva aktuális tennivalókra. Mivel minden bizonnyal egyetlen oktatási rendszer sem adhat egy életre szóló képzettséget, olyan szisztémát kell kiagyalnunk, amelyben a tanulás az egyén egész aktív pályafutását végigkíséri.

Önmagukban ezek a változások sem fogják megoldani a legválságosabb problémáinkat. A számítógép segíthet megmagyarázni, miért kellene megakadályoznunk a jelenlegi demográfiai robbanás folytatódását, de a korlátozó intézkedéseket az embernek kell meghoznia. A gép segíthet megtervezni a természeti erőforrások olyan kihasználását, amely hosszú időre biztosítja a szükségleteket és egyben minimálisra csökkenti a környezetszennyező hatást, de az embernek kell eldöntenie, hogy hajlandó-e egyet-mást feláldozni a jövő generációk védelme érdekében. A számítógépek már megmutatták (a Honvédelmi Minisztériumban végzett szimulációs kísérletekkel), hogy nukleáris, vegyi vagy biológiai háborúk olyan rombolást okozhatnak, amelyet a világ esetleg soha nem tud már kiheverni, de az embernek kell eldöntenie, hogy kész-e békében élni a szomszédaival. Új, ügyes tervezési modellek segíthetnek

abban, hogy lássuk, mit kell tennünk a betegségek, a szegénység és a társadalmi igazságtalanságok felszámolásához, de a kisebbségnek meg kell hoznia bizonyos áldozatokat, hogy segíteni lehessen a többségen.

Összefoglalva, az általam előrevetített szimbiotikus evolúció önmagában nem hozza meg azt a jóakaratot és áldozatkészséget, amely szükséges ahhoz, hogy a fajunkat ma fenyegető baljóslatú folyamatokat megfordíthassuk. A szimbiózis által nyújtott lehetőségek nélkül azonban a jó szándék keveset tehet a problémák enyhítésére. A legjobb indulatú emberek, ha híján vannak a célokhoz szükséges eszközöknek és technikai tudásnak, akkor többet árthatnak, mint amennyit használnak. Ezért egy új társas viszonyoknak kell létrejönnie az ember és a gép között, hogy rendelkezésünkre álljon az az eszköz, amely párosulva az emberek mély felelősségérzetével a társaik és a jövő nemzedékek iránt, reményt nyújthat az emberiség új aranykorának megteremtéséhez.

Kiadja a Gondolat, a TIT kiadója

Felelő kiadó a Gondolat Kiadó igazgatója

Felelős szerkesztő: B. Neu Piroska

Műszaki vezető: Kálmán Emil

Műszaki szerkesztő: Korányi Anna

A borító- és kötésterv Mátrai István munkája

Megjelent 5000 példányban

9 (A/5) ív terjedelemben

Ez a könyv az MSZ 5601–59 és 5602–55 szabványok szerint készült

77–2236 – Szegedi Nyomda – Felelős vezető: Dobó József igazgató

16,— Ft

Dr. Kemeny, a Dartmouth egyetem rektora és a BASIC programozási nyelv egyik megalkotója, személyes hangvételű könyvet írt a számítógépek társadalomformáló hatásáról. A könyv a fő hangsúlyt a számítógép-hálózatok időosztásos alkalmazásaira helyezi, ezek elvezetnek a számítógépben rejlő lehetőségek széles körű és gazdaságos kiaknázásához. Dr. Kemeny, az időosztásos rendszerek egyik úttörője, lebilincselően mutatja be az emberre és a társadalomra gyakorolt különböző hatásokat, az oktatás, a könyvtárak, a munkaerő és a lakossági szolgáltatások területén, valamint a bonyolult rendszerek általános modellezését és szimulációját. A könyvet melegen ajánljuk mindenkinek, akit érdekel korunk a rendkívül érdekes problémája.

GONDOLAT